

Marc FLOQUET, Catherine JAVAUX  
Jean-Claude MENOT et Bruce Harold PURSED

SEDIMENTATION, DIAGENESE  
ET SEQUENCES DE DEPOT  
DANS LES SERIES CARBONATEES  
DE PLATE-FORME  
D'AGE BATHONIEN A OXFORDIEN  
EN BOURGOGNE

LIVRET GUIDE ASF  
27-29 juin 1991

DES

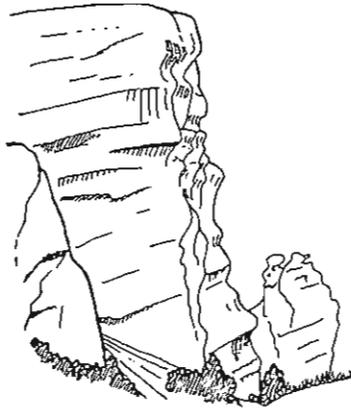


ASSOCIATION  
SEDIMENTOLOGISTES  
FRANÇAIS



"SEDIMENTATION, DIAGENESE  
ET SEQUENCES DE DEPOT  
DANS LES SERIES CARBONATEES DE PLATE-FORME  
D'AGE BATHONIEN A OXFORDIEN  
EN BOURGOGNE"

Excursion ASF 27-29 juin 1991



Rochers du Saussois

**Organisateurs**

Marc FLOQUET  
Catherine JAVAUX  
Jean-Claude MENOT

*Centre des Sciences de la Terre  
Université de Bourgogne  
6, Bd Gabriel - 21100 Dijon*

Bruce Harold PURSER

*Département des Sciences de la Terre  
Bât. 504, 4<sup>e</sup> étage  
Université de Paris Sud - 91405 Orsay*

LIVRET-GUIDE



# SOMMAIRE

|  |     |
|--|-----|
| - Introduction   | 3   |
| - Les formations d'âge bathonien à callovien               | 15  |
| . dans la côte de Dijon à Chagny                           | 17  |
| . entre les vallées de la Marne et de l'Yonne              | 67  |
| . synthèse   | 111 |
| - Les formations d'âge oxfordien dans la vallée de l'Yonne | 123 |
| . conclusion   | 161 |
| - Références bibliographiques                              | 169 |



## INTRODUCTION

La Bourgogne, aujourd'hui renommée aussi bien sur le plan culturel que gastronomique, a une longue histoire. Ses origines en tant qu'entité géographique remontent au Jurassique moyen, soit il y a 175 millions d'années. En effet, à cette époque, s'individualise une vaste plate-forme carbonatée peu profonde dont les vestiges, affleurant aujourd'hui, constituent en grande partie les pentes qui portent le vignoble le plus renommé du monde.

La Bourgogne recouvre la partie sud-est du Bassin de Paris (départements de l'Yonne et de la Côte d'Or), la "Côte bourguignonne" c'est à dire les escarpements occidentaux du Fossé Bressan, aussi bien que le Plateau de Langres qui sépare le Bassin de Paris et la Bresse. Le relief général est très modéré (altitude maximum : 500 m) de telle sorte que les affleurements naturels sont discontinus. Les calcaires sont heureusement exploités dans de nombreuses grandes carrières, ce qui permet d'excellentes observations. Certains de ces calcaires, en subsurface de la partie centrale du Bassin de Paris, renferment des hydrocarbures, aujourd'hui exploités. Ainsi, l'observation directe des affleurements conduit à une meilleure compréhension de la série en subsurface.

La série d'âge Jurassique moyen et supérieur en Bourgogne permet de montrer les principales caractéristiques sédimentaires et diagénétiques d'une plate-forme carbonatée :

- les faciès boueux de plate-forme proximale protégée, les sables oo-bioclastiques et les récifs de plate-forme proximale ouverte, les faciès de plate-forme distale externe avec les faunes et flores associées ;

- la nature cyclique de la sédimentation ;

- l'évolution verticale et latérale des séquences principales résultant de la dynamique de la plate-forme ;

- les nombreux effets de la diagenèse précoce qui sont partie intégrante de l'évolution de la plate-forme ;

- les modifications diagénétiques tardives acquises lors de l'enfouissement de la série ;

- enfin, les propriétés pétrophysiques et donc le potentiel réservoir qui sont la conséquence des divers facteurs sédimentaires et diagénétiques.

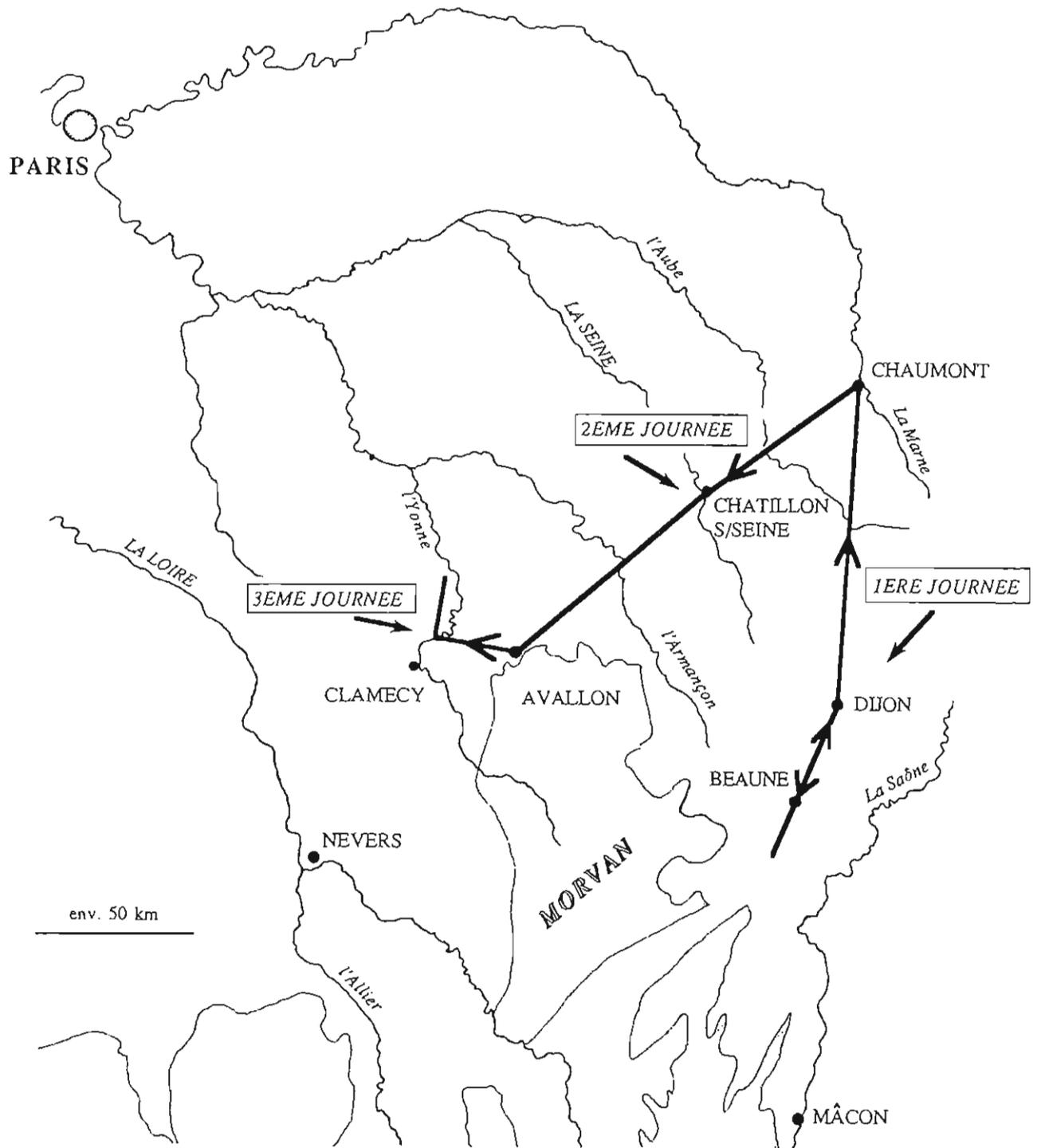


Fig. 1 - Situation géographique et trajet d'excursion.

Le livret-guide comporte deux parties :

- **la première partie** est consacrée aux calcaires d'âge Jurassique moyen affleurant d'une part, dans la Côte de Dijon à Chagny et d'autre part, entre les vallées de la Marne et de l'Yonne (Fig. 1).

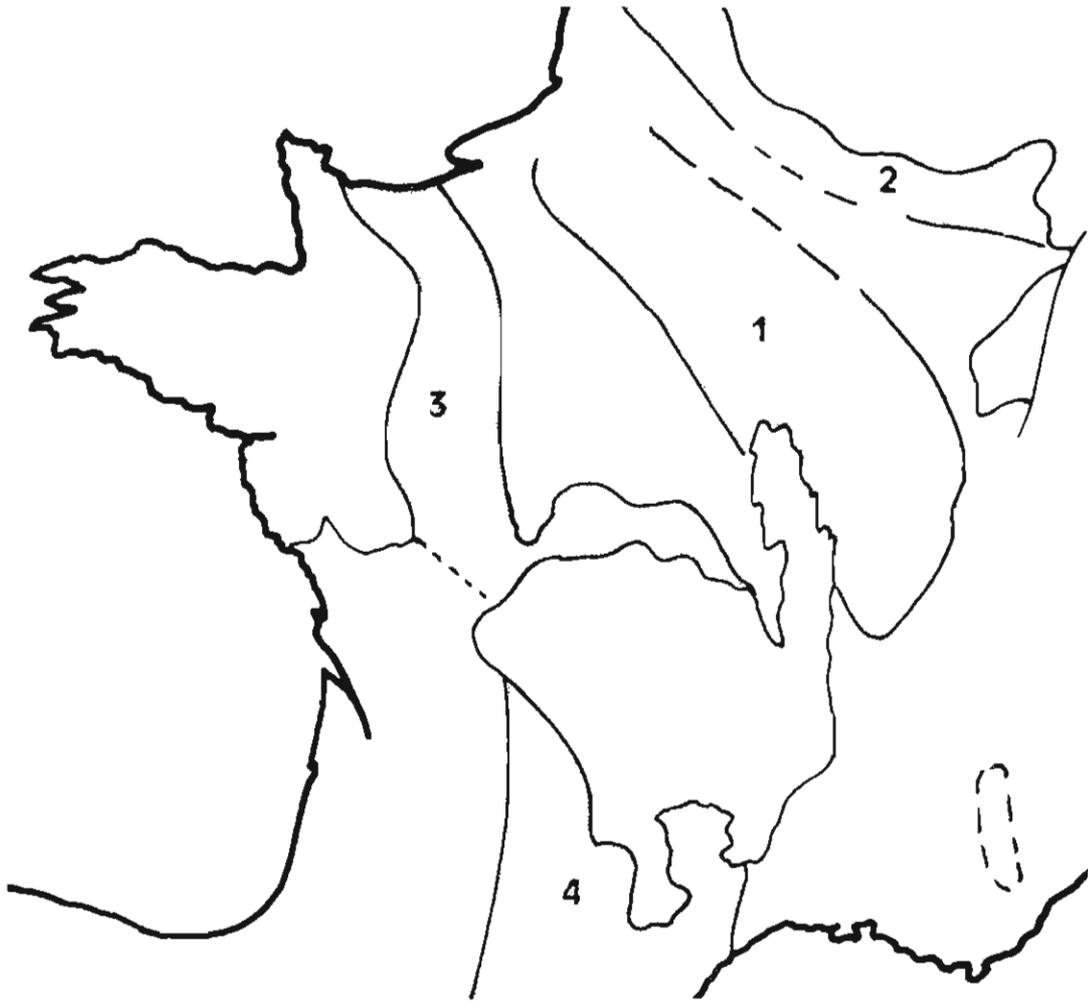
- **la deuxième partie** concerne les récifs et les faciès qui leur sont associés, d'âge Oxfordien, affleurant dans l'Yonne (Fig. 1).

Sont présentés dans ce livret des caractères sédimentologiques des séries aussi bien d'âge Jurassique moyen que Jurassique supérieur car, quoique de même minéralogie calcaire, les deux séries montrent des différences importantes qui, analysées en même temps, donnent une vue très complète de la sédimentation et de la diagenèse carbonatées.

## **Première partie : la série d'âge Jurassique moyen**

Le Bassin de Paris, y compris la partie septentrionale de la Bourgogne, est une faible dépression structurale créée durant le Tertiaire. Ainsi, sa forme actuelle n'a pas de rapport étroit avec le cadre paléogéographique du Jurassique. Cette région faisait partie, jusqu'à la fin du Paléozoïque, de la Pangée, continent unique comprenant l'Afrique, l'Europe et le continent américain. Au début du Mésozoïque, cette masse continentale a été découpée par deux systèmes convergents de rift. L'un, séparant le Groënland de la Scandinavie (qui devint ultérieurement l'Atlantique nord) s'est propagé depuis le Nord vers le Sud et son ouverture fut associée avec des mers froides (arctiques). L'autre système de rift (la "Téthys"), débutant en Asie, s'est propagé progressivement vers l'Ouest et le Nord-Ouest, séparant l'Afrique de l'Europe. Ses eaux étaient plutôt tropicales et, de ce fait, ont favorisé une sédimentation carbonatée importante. Les deux ouvertures convergentes se sont réunies durant le Trias terminal et la séparation définitive de la plaque eurasiatique et de la plaque africaine s'est concrétisée au Jurassique inférieur (Ziegler, 1988).

La Bourgogne se situe immédiatement au nord de la jonction des deux rifts. Les régimes tectoniques distensifs, comme dans tous les rifts, ont créé de nombreux blocs structuraux dont certains ont servi de soubassement à des plates-formes sous-marines assez comparables à celles des Bahamas.



**Fig.2** - Les principales plates-formes carbonatées d'âge Jurassique moyen en France.  
1 = Plate-forme bourguignonne ; 2 = Plate-forme ardennaise ; 3 = Plate-forme armoricaine ;  
4 = Plate-forme occitane.

A la suite de l'individualisation des deux plaques, des mouvements de subsidence ont affecté les nombreux blocs structuraux, dont des hauts-fonds. L'ampleur de ces mouvements a réglé la nature et l'épaisseur des séries sédimentaires. Les effets de la subsidence ont été accentués, durant le Jurassique moyen, par une remontée générale du niveau de la mer.

Les sédiments d'âge Jurassique moyen ont été déposés sur l'un des hauts-fonds : la "Plate-forme pariso-bourguignonne" (Fig.2). Cette plate-forme était bordée vers le Nord par les eaux relativement froides de l'Atlantique et vers le Sud par les eaux plus tropicales de la Téthys. Dans la mesure où la sédimentation carbonatée est favorisée par la température des eaux, il est fort probable que les variations d'influences océaniques autour de la plate-forme ont joué un rôle important.

La sédimentation au Jurassique moyen est donc gérée par un ensemble de facteurs tectoniques, océanographiques et eustatiques dont l'importance relative doit être prise en compte lors de l'interprétation de l'évolution séquentielle des carbonates de cette plate-forme pariso-bourguignonne.

### **La série d'âge Jurassique moyen : un résumé des aspects essentiels (Fig. 3)**

Le contact entre les argiles marines du Lias et les carbonates du Jurassique moyen est, le plus souvent, très franc. Il est parfois marqué par un hiatus stratigraphique (Aalénien). Les carbonates du Jurassique moyen, dont l'épaisseur varie entre 150 et 300 m, sont interrompus localement par des niveaux argileux permettant le découpage de la série et l'établissement d'une stratigraphie séquentielle. Schématiquement, une unité séquentielle débute par des marnes à ammonites puis passe progressivement vers le haut à des calcaires bioclastiques et oolitiques et se termine localement par des micrites à pellets et à oncoïdes algaires. La présence des céphalopodes permet d'établir une échelle biostratigraphique découpée en zones et sous-zones d'ammonites (Fig. 4). Chaque séquence de faciès se termine par une surface durcie (*hard-ground*) perforée par des mollusques et des annélides et encroûtée par des huîtres. Les propriétés diagénétiques (ciments) indiquent une lithification sous-marine. Bien que les traces d'émersion soient fréquentes dans la partie supérieure de chaque séquence de faciès, la surface terminale est le plus souvent d'origine sous-marine. Recouverte de marnes à ammonites (appartenant à la base de la séquence suivante), la surface terminale de chaque séquence coïncide donc avec un approfondissement de la plate-forme. Cette sédimentation cyclique est un élément typique de la sédimentation bourguignonne.

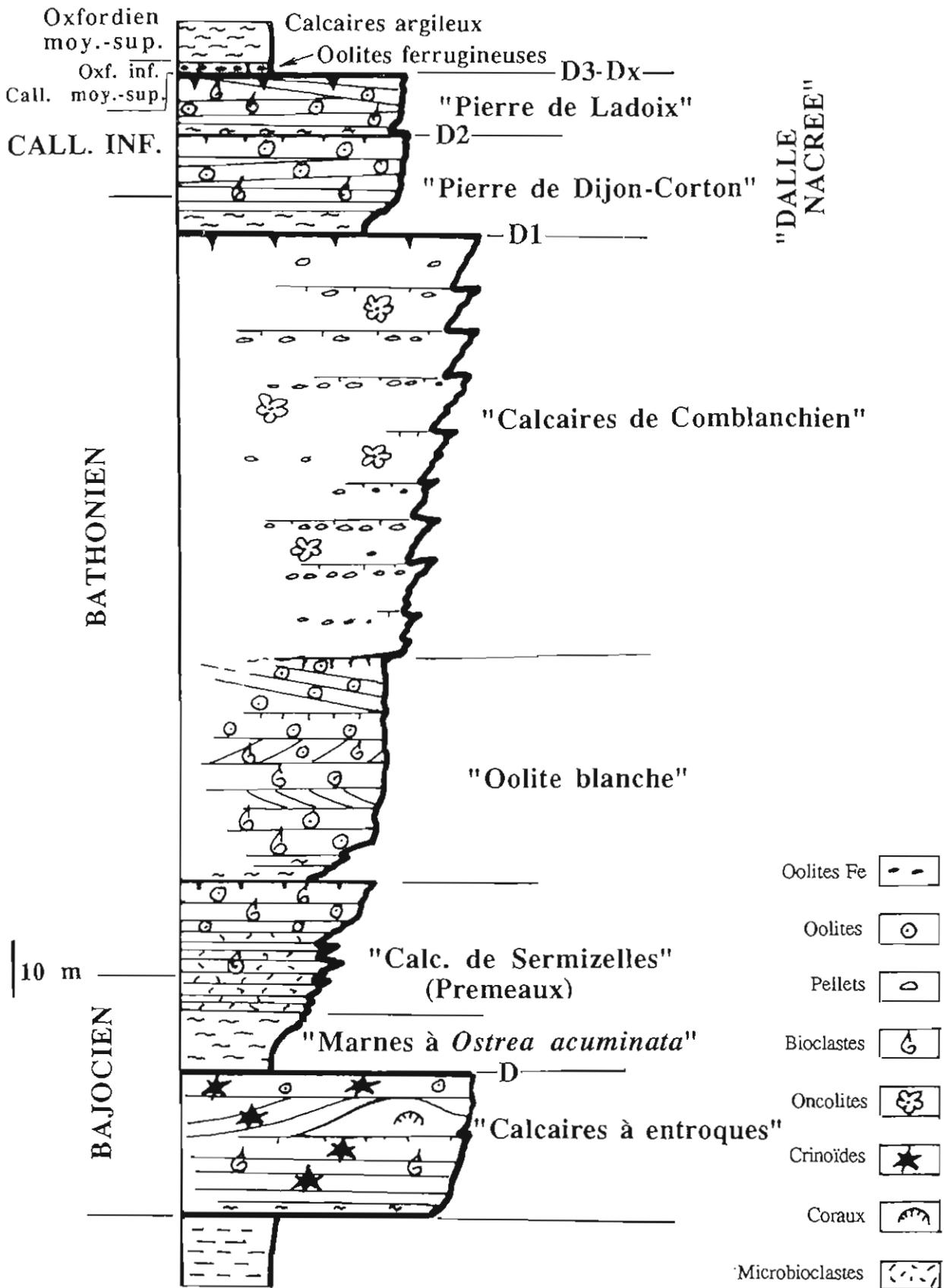


Fig. 3 - Coupe générale montrant les principales unités litho- et chronostratigraphiques d'âge Jurassique moyen en Bourgogne.

| ETAGE      |           | ZONE           | SOUS-ZONE                                   |                                   |
|------------|-----------|----------------|---|-----------------------------------|
| OXFORDIEN  | MOY.      | Transversarium | Schilli<br>Parandieri                       |                                   |
|            |           | Plicatilis     | Antecedens<br>Vertebrale                    |                                   |
|            | INF.      | Cordatum       | Cordatum<br>Corticardia<br>Bukowski         |                                   |
|            |           | Mariae         | Praecordatum<br>Scarburgense                |                                   |
|            | CALLOVIEN | SUP.           | Lamberti                                    | Lamberti<br>Henrici               |
|            |           |                | Athleta                                     | Collotiformis<br>Trezeense        |
| MOY.       |           | Coronatum      | Grossouvrei<br>Obductum                     |                                   |
|            |           | Jason          | Jason<br>Medea                              |                                   |
| INF.       |           | Gracilis       | Enodatum (Patina)<br>Calloviense<br>Koenigi |                                   |
|            |           | Macrocephalus  | Kamptus<br>Macrocephalus (Bullatus)         |                                   |
|            |           |                |   |                                   |
| BATHONIEN  |           | SUP.           | Discus                                      | Discus<br>Hollandi                |
|            |           |                | Retrocostatum                               | Retrocostatum<br>Blanazense       |
|            | MOY.      | Subcontractus  | Morrisi<br>Subcontractus<br>Tenuiplicatus   |                                   |
|            |           | Zigzag         | Yeovilensis<br>Macrescens<br>Convergens     |                                   |
|            |           |                |   |                                   |
|            |           |                |   |                                   |
|            | BAJOCIEN  | SUPERIEUR      | Parkinsoni                                  | Bomfordi<br>Densicostata<br>Acris |
| Garantiana |           |                | Tetragona<br>Subgaranti<br>Dichotoma        |                                   |
|            |           |                | Niortense                                   | Baculata<br>Polygiralis<br>Banski |
|            |           | Humphriesianum | Blagdeni<br>Humphriesianum                  |                                   |

Fig. 4 - Echelle biostratigraphique utilisée - Zones et sous-zones d'ammonites.

Il existe au moins cinq unités séquentielles, chacune étant limitée par une discontinuité (surface durcie) qui s'étend latéralement sur plusieurs centaines de kilomètres, c'est à dire depuis le Jura jusqu'au centre du Bassin de Paris. Ces cinq unités séquentielles peuvent être considérées comme des séquences de troisième ordre selon les conceptions de Vail *et al.* (1987). Chacune de ces séquences comporte des faciès particuliers. Par exemple, la séquence "bajocienne" est composée presque uniquement de débris bioclastiques formant les "Calcaires à entroques". Par contre, les séquences "bathoniennes", épaisses (plus de 100 m), comportent une formation oolitique : l'"Oolithe blanche", une formation à faciès variés de plate-forme proximale : les "Calcaires de Comblanchien", des formations à faciès calcaréo-argileux de plate-forme distale : les "Calcaires de Sermizelles", les "Marnes à *Bellona*"... Les séquences "calloviennes", relativement minces (10 à 40 m) sont, comme la séquence "bajocienne", très riches en débris bioclastiques : "Pierre de Dijon-Corton", "Pierre de Ladoix", "Pierre d'Etrochey".

### **L'importance de la diagenèse précoce, le repérage des surfaces-discontinuités**

Lorsque les surfaces durcies soulignent un contact entre calcaires et marnes, elles sont facilement repérables sur les diagraphies de type résistivité, gamma-ray et sonique. De plus, certaines surfaces constituent des réflecteurs sismiques. Ainsi, les observations et interprétations faites sur les séries affleurant en Bourgogne, peuvent être extrapolées aux mêmes séries restées enfouies dans le Bassin de Paris.

Bien que les surfaces durcies, niveaux repères régionaux, résultent le plus souvent d'une lithification sous-marine, elles indiquent parfois une diagenèse inter- et supratidale (*beach rock*), voire non marine (paléosols). Les carbonates sont en outre affectés par une importante dolomitisation souvent ferrifère, dont une partie de la dolomite, dissoute durant le Jurassique moyen, a donné naissance à des pores de forme rhomboédrique. D'autres phénomènes de dissolution, liés aux surfaces durcies-discontinuités ont créé divers types de porosité. Le tout a permis la constitution des réservoirs à hydrocarbures en subsurface du Bassin de Paris.

## Deuxième partie : la série d'âge Oxfordien

Dans la partie bourguignonne du Bassin de Paris, la série d'âge Oxfordien affleure entre la vallée de la Marne au Nord-Est et celle de la Loire au Sud-Ouest. Le long de cette bande d'affleurements se rencontrent des formations variées, portant des noms locaux, qui se sont toutes élaborées en milieu de plate-forme mais à des profondeurs différentes.

Ainsi, au cours de l'Oxfordien moyen et supérieur, la région, structurée par le jeu de déformations synsédimentaires, présentait des zones basses favorisant la formation de calcaires micritiques, de calcaires argileux ou de marnes localement à spongiaires, et des zones plus superficielles permettant l'élaboration de formations récifales ou subrécifales.

Le tableau 1 précise la position stratigraphique, sans tenir compte des épaisseurs respectives, de chacune des formations d'âge Oxfordien et Kimméridgien inférieur rencontrées entre les vallées de la Seine et de la Loire. Le tableau schématise en outre le fait qu'entre les vallées de la Cure et de la Loire coexistent côte à côte, au Sud, les formations récifales et subrécifales représentées en trait plein et, au Nord, les formations de calcaires micritiques et de calcaires argileux dessinées en pointillés. Les équivalences latérales possibles entre les différentes formations récifales et non récifales sont précisées dans le texte.

L'organisation des formations récifales est examinée dans la partie nord-est de la plate-forme, au niveau de la vallée de l'Yonne qui, entaillant profondément les plateaux calcaires, a dégagé de beaux affleurements. Du fait du plongement général des couches en direction du NNW, le déplacement d'environ 8 km le long de la vallée depuis le Sud (à Châtel-Censoir) vers le Nord (à Mailly-la-Ville), permet de reconnaître d'une part, la succession verticale des unités et d'autre part, l'organisation horizontale de chacune d'elle.



## Quelques définitions

### *Séquence de dépôt, système sédimentaire "depositional sequence"*

#### - Séquence de dépôt

Une séquence de dépôt est définie comme étant une succession ordonnée et logique de faciès, terminée par une surface d'arrêt de sédimentation, souvent perforée et/ou bioturbée. Une telle séquence est la base indispensable à toute **description** de série, aussi bien à l'affleurement qu'en subsurface. Elle pourrait aussi être appelée séquence de faciès.

Cette définition se rapproche de celles de :

. Lanteaume *et al.* (1967) qui définissent une séquence élémentaire comme étant la portion de sédiment comprise entre deux surfaces de discontinuité de sédimentation ;

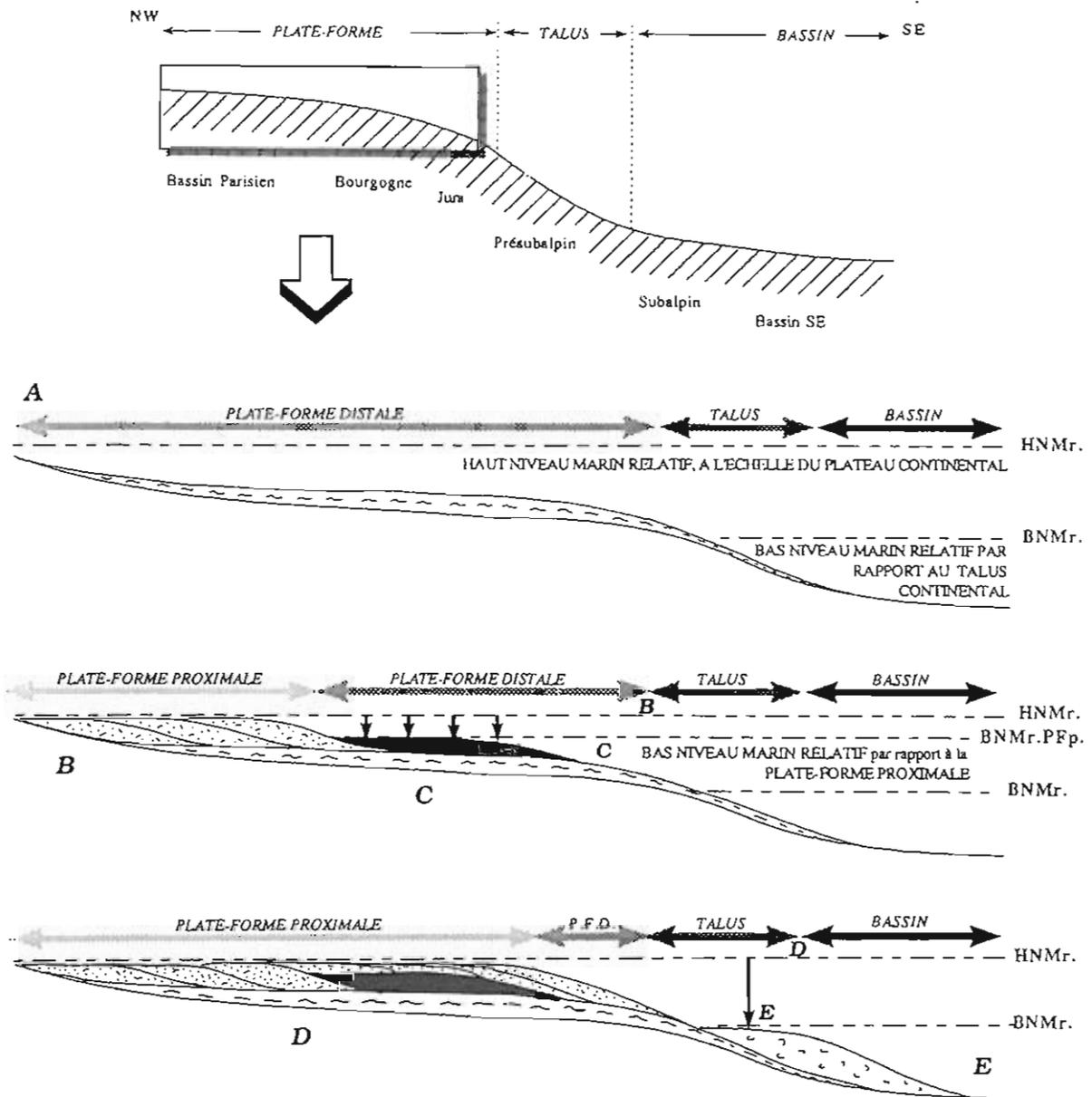
. Delfaud (1970) (voir Lombard (1972) p. 140), pour qui une séquence est une "suite logique de lithofaciès se succédant progressivement et délimitée par deux discontinuités. Elle est une translation qui exprime un phénomène général" ;

. Lombard (1972) qui établit une séquence lithologique en tenant compte de la composition globale de la roche : ciment, détritiques, organismes, textures ;

. Foucault et Raoult (1984) qui considèrent une séquence comme un ensemble de niveaux sédimentaires se succédant dans un ordre déterminé, habituellement limités au mur et au toit par des discontinuités stratigraphiques.

#### - Système sédimentaire

D'après Perrodon (1982), les systèmes sédimentaires sont des "ensembles structurés naturels... véritables systèmes sédimentaires dont la logique s'inscrit étroitement dans le cadre dynamique du bassin.". Cette définition est appliquée par Floquet *et al.* (1989) aux formations bourguignonnes qui sont ainsi replacées dans des systèmes dits "Comblanchien", "Pierre de Dijon-Corton", "Pierre de Ladoix" et "Étrochey".



**Fig. 5 - Définition et évolution des plates-formes proximale et distale en fonction des variations d'épaisseur de la tranche d'eau. Cas de la partie bourguignonne de la plate-forme pariso-bourguignonne en périphérie du Bassin du Sud-Est au Bathono-Callovien.**

Selon M. Floquet et C. Javaux.

A. Haut niveau marin relatif : inondation de tout le plateau continental et formation d'une plate-forme distale, sédimentation calcaréo-argileuse à marneuse. B. Début de remblayage du haut niveau marin relatif : installation d'une plate-forme proximale, sédimentation calcarénitique. C. Bas niveau marin relatif à l'échelle de la séquence élémentaire de dépôt : formation d'un prisme de bordure de plate-forme proximale. D. Remblayage maximum sur le plateau continental : extension maximale de la plate-forme proximale. E. Bas niveau marin relatif s.s. : formation d'un prisme de bas niveau marin.

### **- "Depositional sequence"**

. Une "*depositional sequence*" sensu Vail *et al.* (1987), Haq *et al.* (1987), Posamentier *et al.* (1988), comprend des dépôts de milieux très différents, depuis des sédiments de plaine alluviale jusqu'à des argiles de bassin profond ; elle concerne des dispositifs sédimentaires variés ayant leur propre logique sédimentaire (exemple : plaine alluviale, plate-forme carbonatée, rebord de plateau continental, plaine bathyale...) mais étant tous **génétiquement liés**, notamment par un contrôle eustatique.

. Les dispositifs d'une "*depositional sequence*" peuvent être apparentés aux systèmes sédimentaires. Un système sédimentaire représenterait une division ou un élément de la "*depositional sequence*".

. Une séquence de dépôt, selon la définition précédente, s'apparenterait non pas à la "*depositional sequence*" mais plutôt à la paraséquence de dépôt selon la terminologie de Van Wagoner *et al.* (1988).

### ***Plate-forme distale et plate-forme proximale***

- La plate-forme intracratonique pariso-bourguignone peut être, au cours du temps, soit :
  - . une plate-forme **distale** approfondie, ouverte sur le large (dominance des calcaires argileux et des marnes),
  - . une plate-forme **proximale** moins profonde, subissant de façon plus discrète les influences du large marin, pouvant être mise hors d'eau marine.
  - . à la fois une plate-forme distale et une plate-forme proximale.

- En contexte de montée du niveau marin relatif, l'ensemble de la plate-forme est ennoyé et toute la sédimentation est à caractère distal (cas A sur Fig. 5).

- Par comblement sédimentaire en contexte de haut niveau marin relatif stabilisé, la plate-forme proximale se développe aux dépens de la plate-forme distale (B sur Fig. 5) qui finit par régresser jusqu'à ne plus exister qu'au niveau des talus (cas D sur Fig. 5).

- Des diminutions d'épaisseurs de la tranche d'eau peuvent affecter la plate-forme.

Selon leur amplitude, les **prismes de bordure de plate-forme** dont elles provoquent la formation se situent soit en bordure de la plate-forme proximale (cas C sur Fig. 5) soit en bordure du talus (cas E sur Fig. 5).

## Programme

### Jeudi 27 juin

#### *Formations d'âge Bathonien à Callovien dans la Côte de Dijon à Chagny*

- Faciès, diagenèse précoce et tardive, structures et figures sédimentaires dans les "Calcaires à chailles de Premeaux", l'"Oolite blanche", les "Marnes à *P. bellona*", les "Calcaires de Comblanchien", la "Pierre de Dijon-Corton" et la "Pierre de Ladoix"
- Environnements et paléogéographies
- Stratigraphie séquentielle

### Vendredi 28 juin

#### *Formations d'âge Bathonien à Callovien entre les vallées de la Marne et de l'Yonne*

- Transitions verticale et latérale entre faciès de plate-forme interne et faciès oolitique de bordure
- Phénomènes sédimentaires et diagénétiques liés aux émergences ("*beach-rocks*", paléosols, dédolomitisations)
- Problèmes de limites de séquences

### Samedi 29 juin

#### *Formations d'âge Oxfordien dans la vallée de l'Yonne*

- Evolution sédimentologique et paléoécologique d'un système récifal
- Intégration dans un cadre paléogéographique et paléotectonique
- Stratigraphie séquentielle

# PREMIERE PARTIE

## LES FORMATIONS

### D'AGE BATHONIEN A CALLOVIEN

dans la Côte de Dijon à Chagny

et entre les vallées de la Marne et de l'Yonne



# 1ère JOURNEE

## Formations d'âge Bathonien à Callovien dans la Côte entre Dijon et Chagny

- . Arrêt 1 : Plombières-les-Dijon, bretelle autoroutière
- . Arrêt 2 : Nuits-St-Georges, carrière des Vallerots
- . Arrêt 3 : Ladoix-Buisson, carrières des Buis, Hansez, Morot
- . Arrêt 4 : Chassagne-Montrachet, carrière de Chassagne

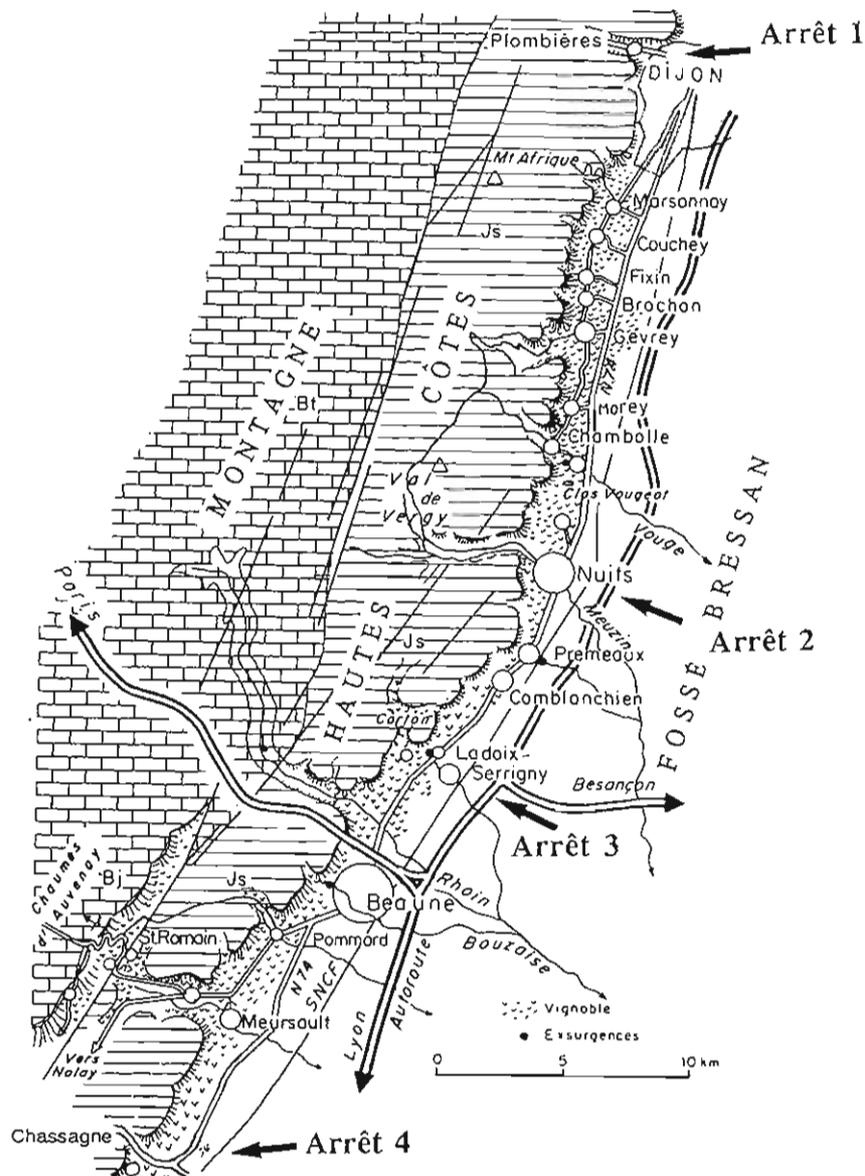


Fig. 6 - Localisation des affleurements visités dans la Côte, entre Dijon et Chagny

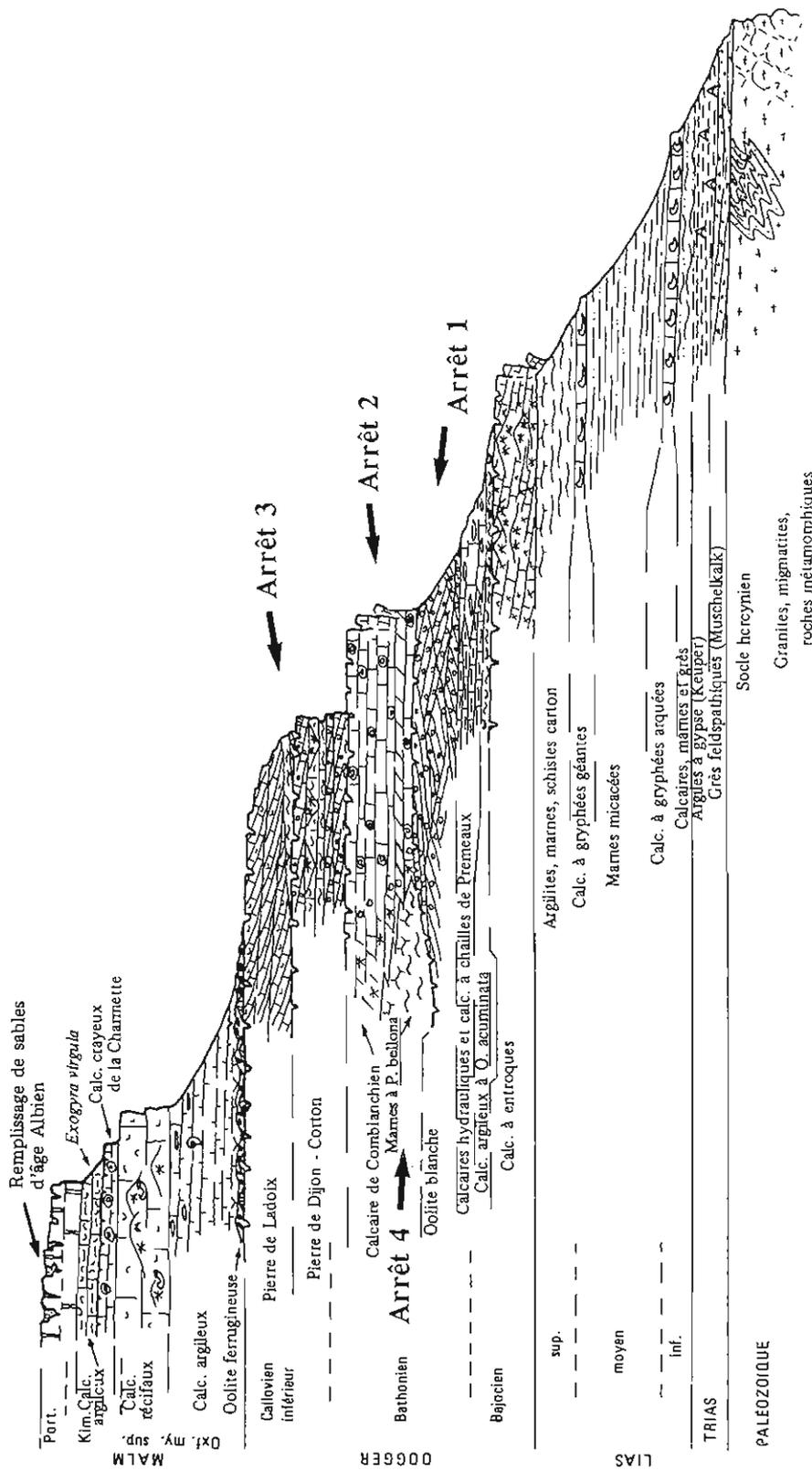


Fig. 7 - Place des formations étudiées dans la série bourguignonne simplifiée de la région dijonnaise (épaisseur de 500 à 600 m pour la série mésozoïque)

## Arrêt 1

### Plombières-les-Dijon

#### Les formations "Calcaires à chailles de Premeaux", "Oolite blanche", "Calcaires de Comblanchien"

(M. Floquet)

Localisation : tranchées de raccordement à la bretelle autoroutière à la sortie ouest de Plombières-les-Dijon (route de Corcelles-les-Monts ; x = 648,4, y = 244,8 sur la carte géologique à 1:50000ème de Gevrey-Chambertin) (Fig. 6 et 7).

#### DESCRIPTION (Fig. 8 et 9)

##### 1. A la base, les "Calcaires à oncolites cannabines"

Les premiers affleurements, visibles sur 3 m d'épaisseur environ au pied du pont autoroutier, sont des calcaires fins *wackestones-packstones* à "oncolites cannabines" et à débris de petites huîtres rapportables à *Ostrea acuminata*. Ces faciès constituent la partie supérieure de la formation à "oncolites cannabines" visible dans toute son épaisseur (7 m environ) à 200 m de là vers l'Ouest, en bord d'autoroute. Cette formation y repose sur les *packstones* argileux de la formation des "Marnes à *Ostrea acuminata*" visibles seulement sur quelques mètres d'épaisseur.

Les "oncolites cannabines" correspondent à des encroûtements autour de bioclastes (débris d'*Ostrea acuminata* et d'entrouques surtout) réalisés essentiellement par le foraminifère *Nubecularia reicheli* RAT auquel se joignent des bryozoaires et serpules. La micrite des *wackestones-packstones* renferme aussi des débris, soit très micritisés, soit sparitisés, de lamellibranches, gastéropodes, entrouques, foraminifères benthiques, pièces d'holoturies... Des coquilles entières, complètement sparitisées, de lamellibranches épibiontes (pectinidés) peuvent être abondantes. La micritisation est telle que les bioclastes sont transformés en peloïdes. S'observent en outre des spicules de spongiaires et des radiolaires recristallisés en sparite ainsi que de rares petites proto-oolites. Les faciès sont agencés en bancs réguliers épais de 15 à 30 cm, séparés par des joints marneux feuilletés (compaction).

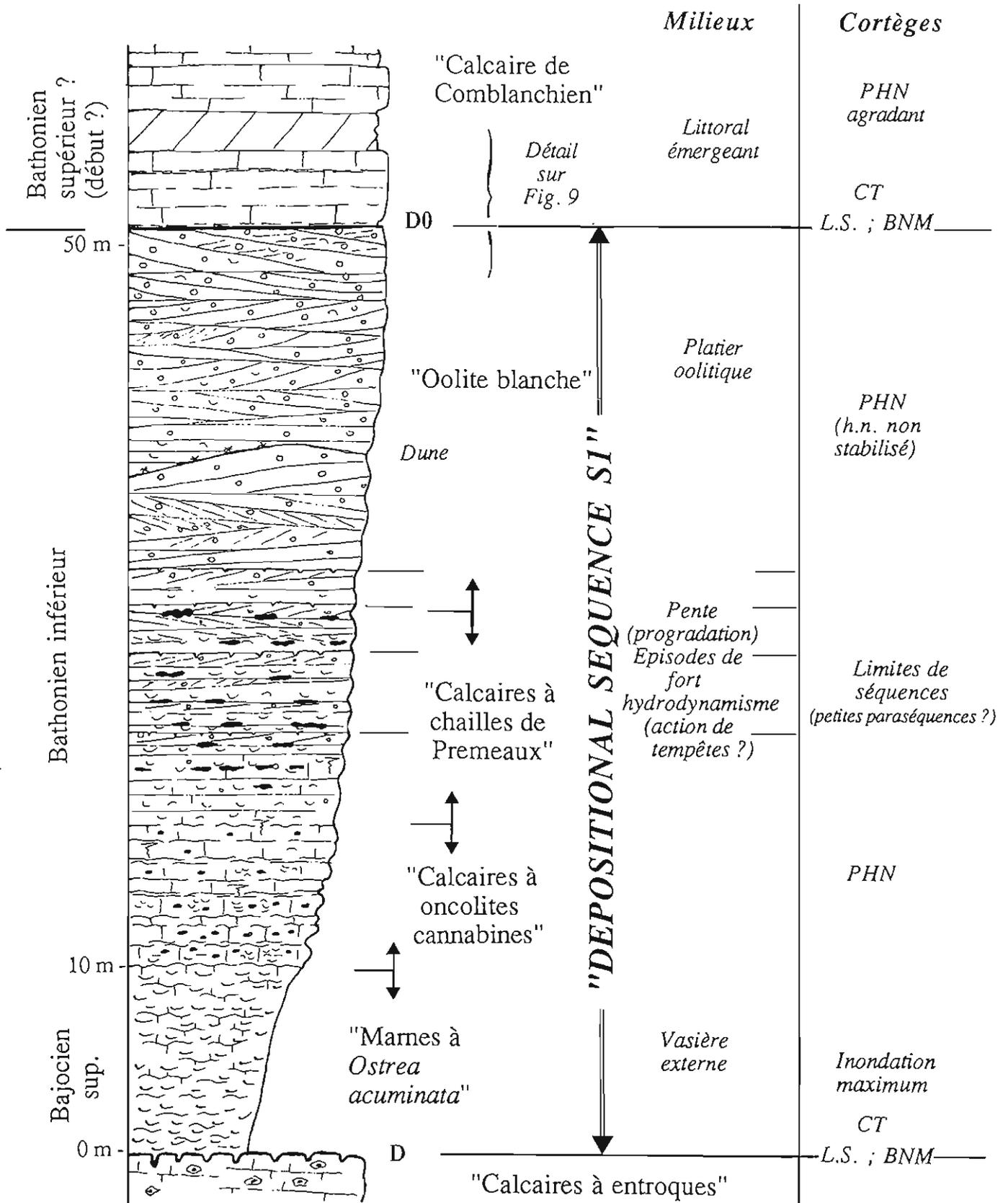


Fig. 8 - Les "Calcaires à chailles de Premeaux" et l'"Oolite blanche" (Bathonien inférieur), les "Calcaires de Comblanchien" (début du Bathonien supérieur ?) dans la coupe de Plombières-les-Dijon : "depositional sequence" S1. Vue d'ensemble des faciès, milieux et séquences de dépôt. Selon M. Floquet.

Ces faciès, très pauvres en céphalopodes, ont toutefois livré latéralement (combe Lavaux vers Gevrey-Chambertin, 13 km plus au Sud) *Gonolkites convergens* (cf. Ingargiola, 1981).

## 2. Les "Calcaires compacts" et les "Calcaires à chailles de Premeaux"

En parfaite continuité, vient une formation, épaisse d'une douzaine de mètres, de calcaires de couleur jaunâtre à rose d'abord sans chaille puis avec chailles disposées soit dans les bancs, soit entre les bancs. Les faciès peuvent être fins micritiques - plutôt à la partie inférieure - ou grenus bioclastiques - plutôt à la partie supérieure.

Les faciès fins sont des *wackestones-packstones* riches en radiolaires et spicules d'éponges sparitisés, à filaments calcitiques (prodissoconques de lamellibranches), à fins débris d'entrouques, de bryozoaires, à petits foraminifères benthiques et pélagiques (protoglobigérines). Les *packstones* sont enrichis en peloïdes de micritisation de bioclastes, en pellets fécaux type *Favreina*, en fragments sparitisés de lamellibranches, gastéropodes et en entrouques, serpules... Des débris coquilliers (de type *Ostrea acuminata*) abondent parfois, par lits irréguliers ou par nuages, apparemment mêlés à la matrice micritique par une intense bioturbation.

Les faciès grenus sont des *packstones-grainstones* à peloïdes de micritisation, à bioclastes micritisés ou sparitisés dont toujours des lamellibranches, entrouques, gastéropodes, petits madréporaires solitaires, à bryozoaires, foraminifères benthiques (miliolidés, textulariidés, lenticulinidés, lagénidés), à proto-oolites tendant à être plus cortiquées et plus grosses vers le haut.

Les faciès fins inférieurs sont disposés en bancs réguliers, horizontaux, épais de 10 à 30cm). Les faciès grenus supérieurs sont très bien stratifiés, en bancs à litage oblique d'angle faible et de grande échelle (bancs épais de 0 à 30 cm par biseautage sur une longueur pluridécimétrique). A l'intérieur de ces bancs, les grains sont disposés en lamines obliques d'angle parfois fort (jusqu'à 15°) et de petite échelle (décimétrique à métrique). Des surfaces de troncature avec remaniement de matériel (lithoclastes) sont évidentes ; elles portent aussi des perforations, des encroûtements par des huîtres ; elles sont ferruginisées.

Les laminations soulignées par les grains, qu'elles soient horizontales ou faiblement inclinées, se voient aussi dans les chailles, ce qui montre que ces dernières sont d'origine diagénétique.

### 3. L'"Oolite blanche"

En transition parfaite, les proto-oolites devenant des oolites vraies et plus en plus nombreuses, les faciès grenus supérieurs des "Calcaires à chailles" passent à l'"Oolite blanche". Cette formation, épaisse de 20 à 25 m, quoiqu'apparemment homogène, comprend en fait divers faciès.

Au-dessus des "Calcaires à chailles", les dépôts sont agencés en séquences d'épaisseur métrique avec, comme terme inférieur, les *packstones* à peloïdes jaunâtres-roses décrits précédemment et, comme terme supérieur, des *grainstones* à oolites et bioclastes.

Ensuite, les faciès purement oolitiques, en général de granulométrie fine (sables moyens), ne sont que minoritaires au sein de *grainstones-rudstones* à bioclastes, lithoclastes micritiques (les "gravelles" des anciens auteurs) et oolites. Les bioclastes sont usés, roulés. Ils proviennent surtout de lamellibranches, gastéropodes (nérinées), foraminifères benthiques et plus rarement de brachiopodes. Les petits madréporaires solitaires, en boules, sont fréquents et bien conservés. Nombre de ces bioclastes sont micritisés et transformés en peloïdes. Les grains sont souvent auréolés d'une mince couche isopaque de calcite à tendance fibreuse qui ne colmate que partiellement les pores intergranulaires.

Les figures sédimentaires sont variées : litages obliques plans d'angle fort et de petite échelle au sein de bancs à litages obliques d'angle faible et de grande échelle, litages obliques arqués de taille pluridécimétrique à plurimétrique, corps sédimentaires à sommet convexe. Ainsi, la tranchée du premier virage de la route montant vers Corcelles-les-Monts, montre une morphologie de dune à faciès bioclastique et oolitique. Celle-ci est recouverte de manière rétrogradante, en biseau, par des bancs horizontaux bioclastiques, avec gros restes de madréporaires à leur base.

L'"Oolite blanche" est tronquée par une surface qui recoupe horizontalement les bancs à litage oblique (Fig. 9).

#### 4. Les "Calcaires de Comblanchien"

Un lit irrégulier (0 à 10 cm) d'argilites verdâtres (rouges par oxydation) puis 3 m de calcaires blancs, à faciès "Calcaires de Comblanchien" caractéristiques, surmontent brusquement l'"Oolite blanche". Les *mudstones-wackstones* à oncolites et rares *bird's eyes* dominant, accompagnés de *packstones-grainstones-rudstones* à lithoclastes et bioclastes micritisés. Ces derniers faciès sont fortement compactés, compaction soulignée par les grands stylolites qui accentuent la stratification horizontale en gros bancs (Fig. 9).

Après un nouveau lit argileux, épais à 0 à 5 cm, viennent :

- 70 cm de micrite ankéritique ocre-jaune à rouge-violacé, avec fragments de micrite beige (souvent des restes d'oncolites) non affectés par la dolomitisation, le tout donnant le faciès "fleuri" propre aux "Calcaires de Comblanchien" ; une surface de banc très nette portant des figures de bioturbation soulignées par la dolomitisation ;

- 6 à 8 m de calcaires avec toute la diversité de faciès propres aux "Calcaires de Comblanchien" tels que Purser (1975) les a décrit en détail ;

- un conglomérat fluviatile quaternaire en recouvrement discordant.

Les joints argileux à la partie inférieure des "Calcaires de Comblanchien" (Fig. 9) ont livré des charophytes et des ostracodes (le second plus que le premier). Ce sont : *Porochara sublaevis*, *Fabanella bathonica*, *Kliena levis*, (détermination P.O. Mojon, Genève).

### INTERPRETATION (Fig. 8 et 9)

#### 1. Milieux de dépôt

Au-dessus des milieux ouverts sur la mer franche et calmes de décantation des "Marnes à *Ostrea acuminata*", placés toutefois à faible profondeur (dans la zone photique par Dumanois, 1982), les "Calcaires à oncolites cannabines" indiqueraient que l'hydrodynamisme est devenu suffisant pour vanner les terrigènes. Les milieux seraient encore moins profonds, quoique toujours ouverts.

Avec les "Calcaires à chailles" puis, dans la continuité, avec l'"Oolite blanche", l'hydrodynamisme tend à croître d'une manière générale, ceci en relation avec une diminution de profondeur. Les "Calcaires à chailles" se déposeraient sur une pente faible située entre les

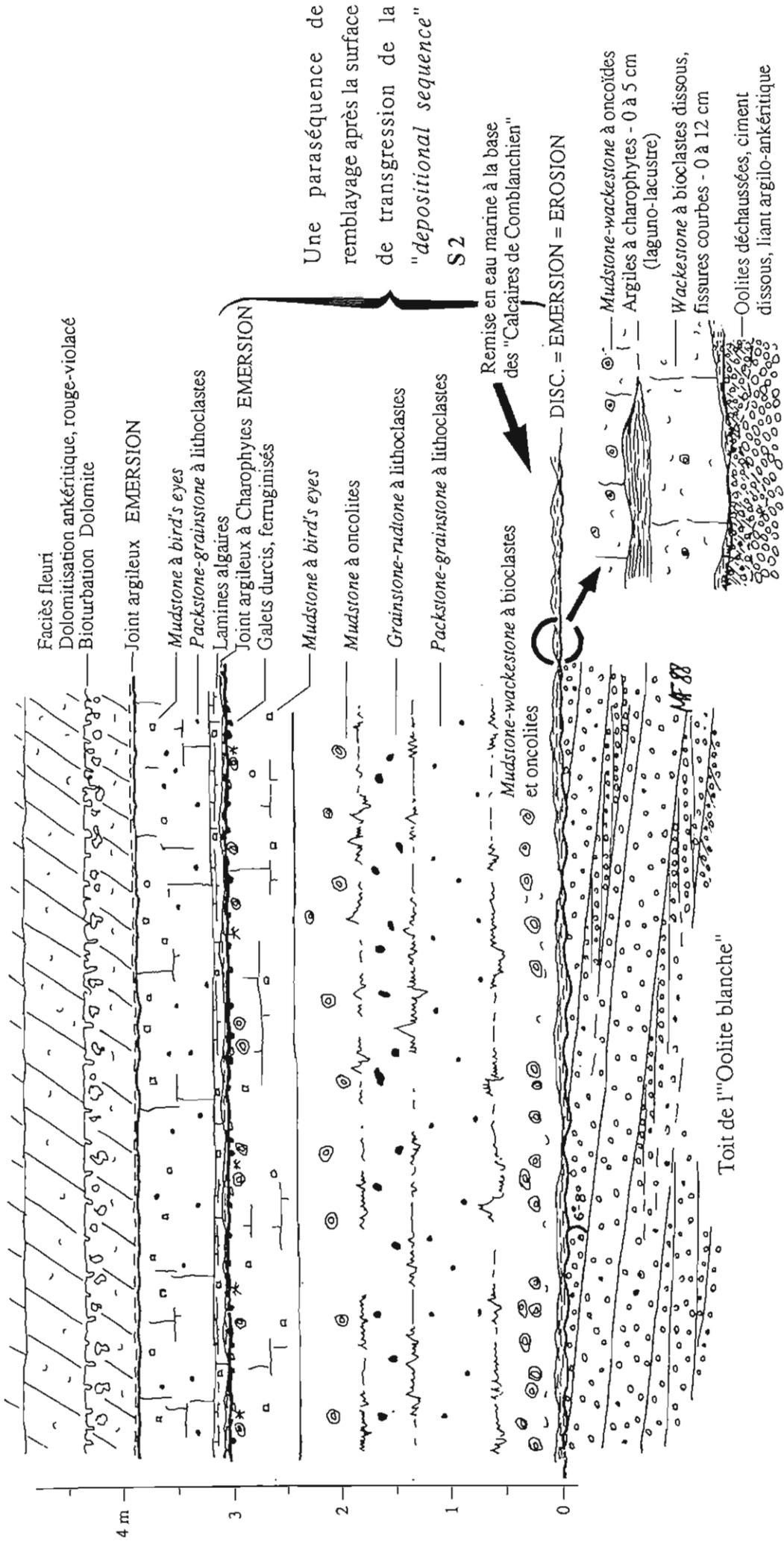


Fig. 9 - La discontinuité majeure entre l'"Oolite blanche" et les "Calcaires de Comblanchien" : limite entre les "depositional sequences" S1 et S2. Lacune supposée du Bathomien moyen (?). Selon M. Floquet.

vasières externes en contrebas et les platiers oolitiques placés plus haut près de la surface (zone de transition *sensu* Ingargiola, 1981). Au toit de l'"Oolite blanche", les milieux émergeraient, en fonction de la présence des ostracodes et des charophytes qui seraient "laguno-lacustres" selon Mojon (1989).

Les "Calcaires de Comblanchien" traduiraient une remise en eau marine, pelliculaire toutefois.

## 2. Cortèges sédimentaires et "*depositional sequence*"

Les "Marnes à *Ostrea acuminata*", "Calcaires à oncolites cannabines", "Calcaires à chailles de Premeaux", "Oolite blanche" sont considérées comme constituant une même grande "*depositional sequence*" dite S1 (cf. Fig. 23 et 44), d'âge Bajocien supérieur (zones à *Garantiana pro parte* et à *Parkinsoni*) à Bathonien inférieur (sous-zones à *Convergens*, *Macrescens* et *Yeovilensis* ? de la zone à *Zigzag*).

La surface perforée, durcie, ferruginisée, au toit des "Calcaires à entroques" (placée dans la sous-zone à *Blagdeni* de la zone à *Humphriesianum*) représente la limite inférieure de cette "*depositional sequence*" S1 (Fig. 23 et 44).

Les "Calcaires à chailles" et l'"Oolite blanche" représenteraient le cortège sédimentaire régressif de remblayage de haut niveau marin relatif (cf. arrêt 4, coupe de Chassagne-Montrachet). Il ne semble pas y avoir de discontinuité majeure au sein des "Calcaires à chailles" ou de l'"Oolite blanche". Les surfaces de troncature, durcies et perforées, que ces formations montrent, pourraient n'être que des limites de petites séquences de dépôt par remblayage au sein du cortège de haut niveau, non stabilisé (paraséquences *sensu* Van Wagoner *et al.*, 1988).

La surface de troncature entre l'"Oolite blanche" et les "Calcaires de Comblanchien", résultat d'émersion et d'érosion, est vue comme la limite de la "*depositional sequence*" S1 (avec bas niveau marin relatif associé). Dans la mesure où les "Calcaires de Comblanchien" pourraient être rattachés par extrapolation et non par argumentation biostratigraphique (cf. arrêt 4, Chassagne-Montrachet) à la fin du Bathonien moyen et au début du Bathonien supérieur, une lacune du Bathonien moyen *pro parte* (et d'une partie du Bathonien inférieur) serait attachée à cette surface-discontinuité.

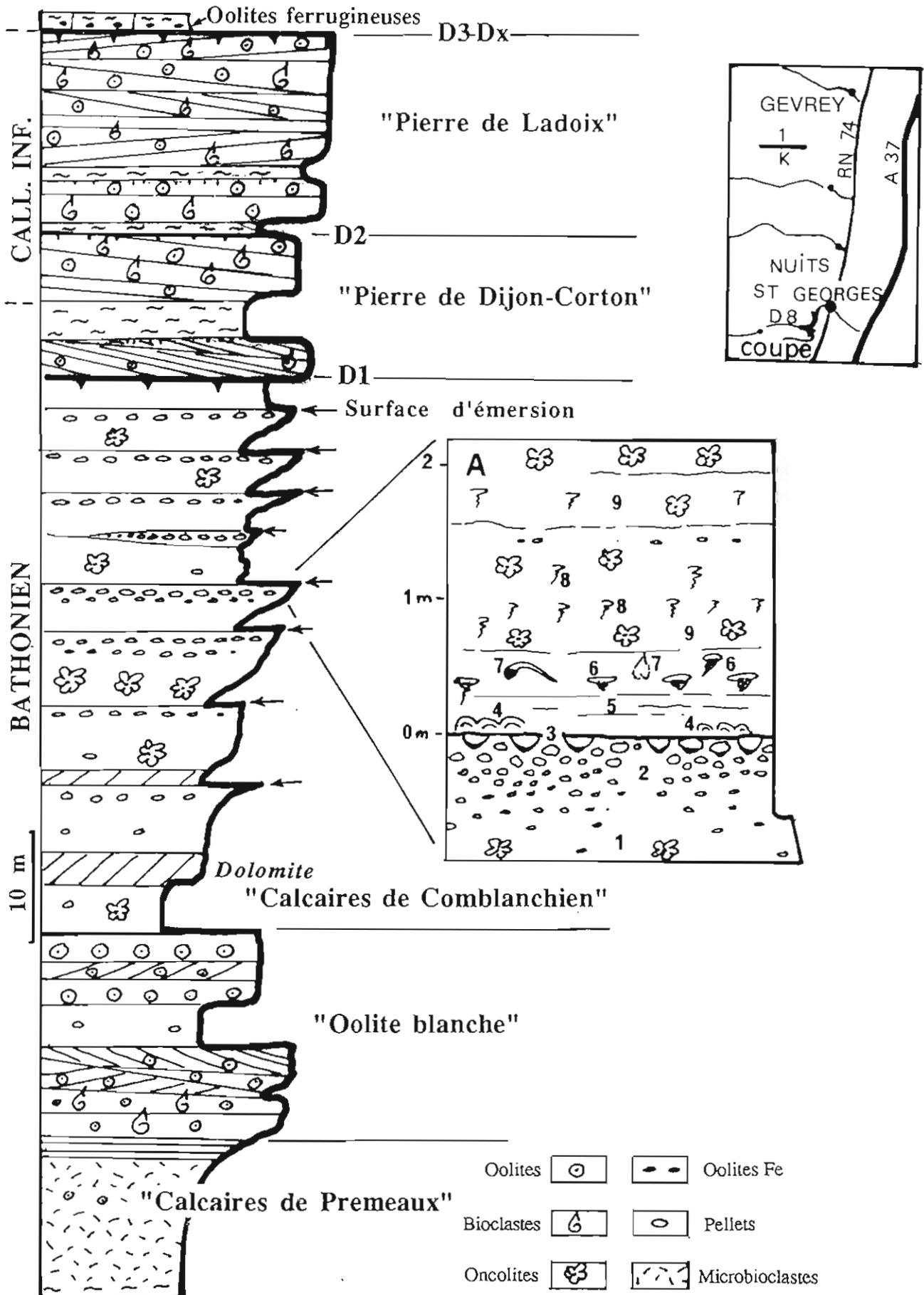


Fig. 10 - Coupe de Nuits-Saint-Georges.

## Arrêt 2

### La coupe de Nuits-Saint-Georges - Carrières des Vallerots

(B. H. Purser)

Sans doute la plus complète sur la "Côte Bourguignonne", cette coupe (Fig. 10) débute dans les "Calcaires de Premeaux" (l'équivalent des "Calcaires de Sermizelles" du Bassin de Paris). Elle se caractérise par :

- une "Oolite blanche" relativement mince (environ 20 m) ;
- le contact entre l'"Oolite blanche" et les "Calcaires de Comblanchien", avec intercalations de faciès oolitiques à la partie inférieure de ces derniers calcaires ;
- des "Calcaires de Comblanchien", épais de 50 m, montrant de nombreuses séquences élémentaires de type *beach rock* ou *tidal flat* (voir dessin A sur Fig. 10) ;
- une belle surface encroutée d'huîtres, limitant la séquence "bathonienne" ;
- une "Pierre de Dijon-Corton" plutôt oolitique.

Dessin A (détail sur Fig. 10) - Aspect schématique d'une séquence d'émersion, bien visible au niveau du palier dans la grande carrière située en dessous de la route.

- 1 = *wackestone* à pellets et oncolites ;
- 2 = *grainstone* à gros pellets, localement riche en *bird's eyes*, et une cimentation microstalactitique (vadose) ;
- 3 = surface d'abrasion (surface du *beach rock*) ;
- 4 = petites dômes stromatolitiques encroûtant la surface durcie ;
- 5 = vase avec traces de lamination ;
- 6 = terriers "ouverts" à remplissage géotrope ;
- 7 = mollusques dissous et remplis de sédiment interne ;
- 8 = terriers flous (sous aquatiques) ;
- 9 = *wackestone* à pellets et oncolites.

**Planche 1** - Séquence diagénétique typique de certains *beach rocks*  
des "Calcaires de Comblanchien"

**A-** Coupe schématique montrant les divers faciès diagénétiques :

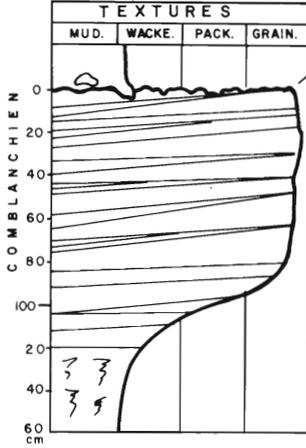
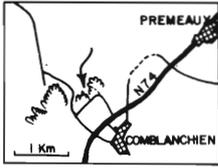
- (A) à la base, absence de ciment précoce et forte compaction (photo b) ;
- (B) cimentation stalactitique (intertidale) ; absence de compaction ;
- (C) ciment stalactitique puis revêtement micritique (supratidal), voir photo (a) ;
- (D) cimentation microsparitique (météorique) (voir planche 2).

Cette séquence exprime l'évolution des eaux interstitielles dans une tranche de sédiment épaisse de 50 cm environ. Elle témoigne d'une progradation latérale de la plage et du développement de milieux de plus en plus éloignés des eaux marines.

**B-** Surface polie montrant le sommet d'une séquence de plage :

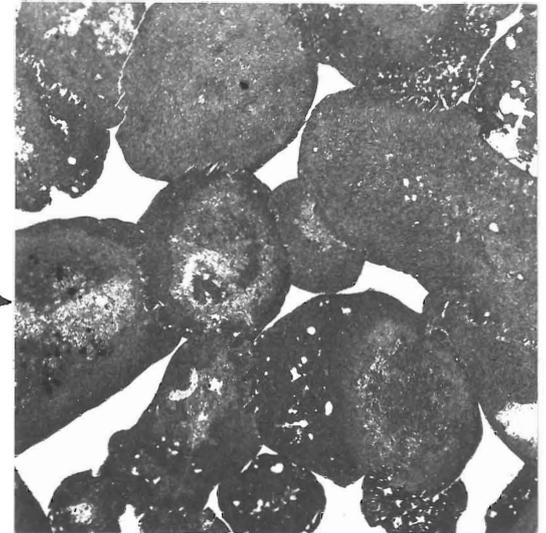
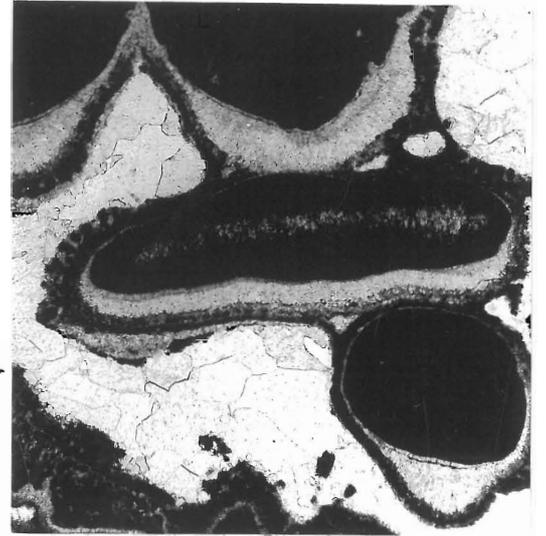
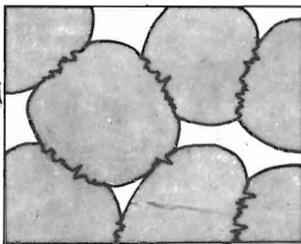
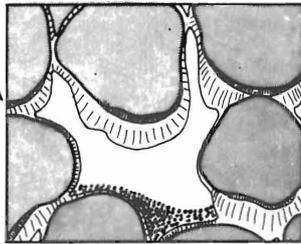
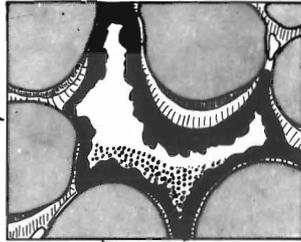
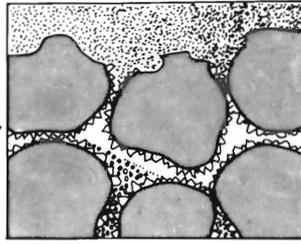
- a) *packstone* à pellets avec traces de *bird's eyes* ;
- b) gros pellets et agrégats enrobés par une frange de ciment stalactitique (flèches) vadose ;
- c) laminations microbiennes (stromatolitiques).

# Planche 1

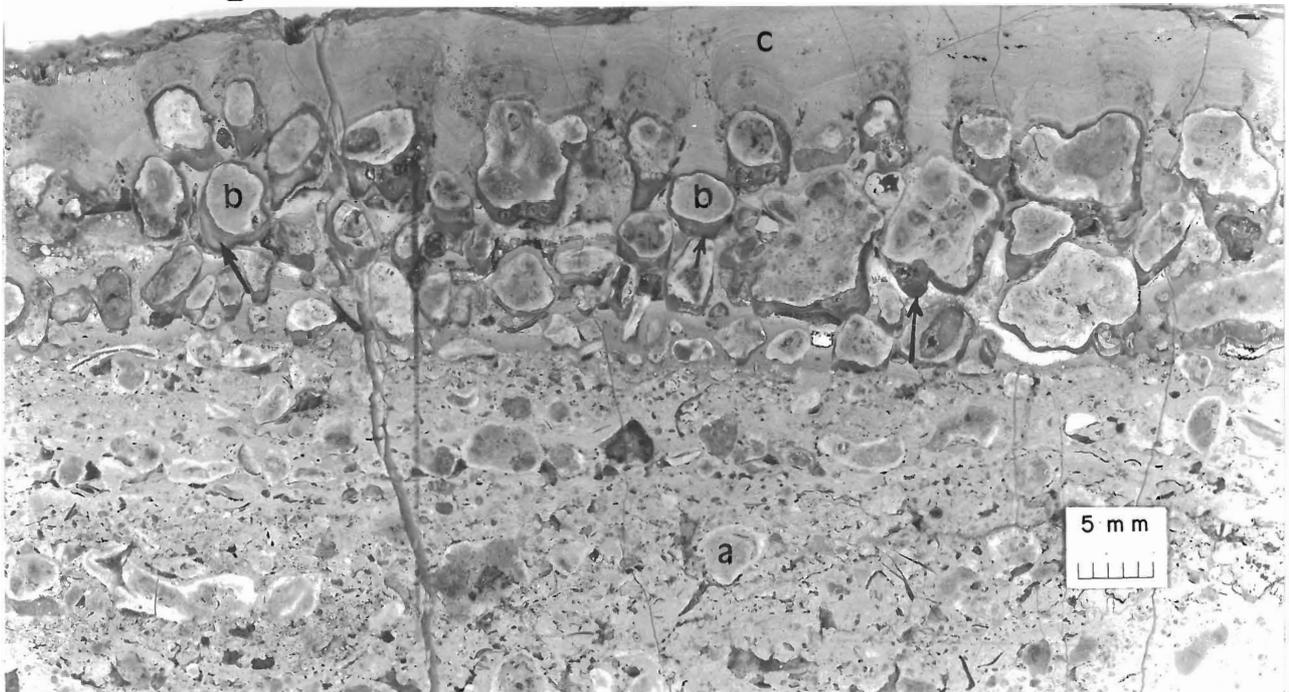


- LEGENDE & SEQUENCE**
- VASE
  - SILT VADOSE
  - CIMENT MICROSPARTIQUE
  - MICRITE CENTRIFUGE
  - CIMENT FIBREUX MICROSTALACTITIQUE
  - ELEMENT SEDIMENTAIRE (PELLETOIDE)

A



B



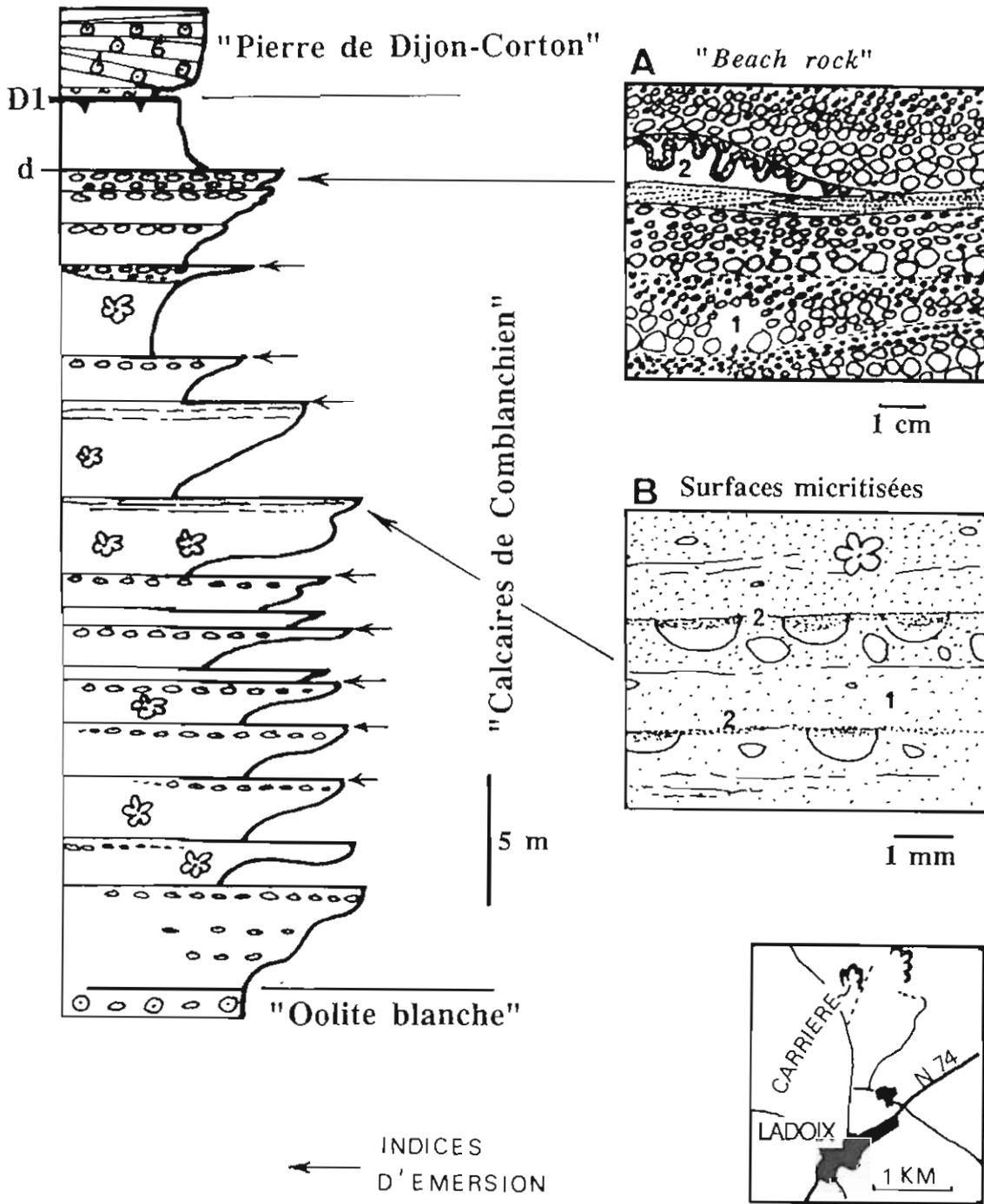


Fig. 11 - Ladoix. Coupe dans les "Calcaires de Comblanchien" montrant les surfaces d'émergence (*beach rocks* et *tidal flats*).

### Arrêt 3

## Les "Calcaires de Comblanchien" à Ladoix

(B. H. Purser)

Moins complète par rapport à la coupe de Nuits-Saint-Georges, cette coupe (Fig. 11) est néanmoins intéressante, car les "Calcaires de Comblanchien", ici réduits à une trentaine de mètres d'épaisseur (50 m à Nuits-Saint-Georges), comportent une série de séquences élémentaires, chacune montrant les traces diagénétiques exprimant des émerSIONS répétées. Il y a au moins deux types de surface :

**Dessin A sur Fig. 11** - Les *beach rocks*, très spectaculaires vers le sommet des "Calcaires de Comblanchien", montrent des *bird's eyes*, des bancs granoclassés (1) et une série de microcavernes stratiformes (2). Formées lors d'une érosion sélective des niveaux meubles situés en dessous des dalles (*beach rocks*), ces cavernes, hautes de plusieurs centimètres, montrent des remplissages très variés :

- silt carbonaté laminé ;
- microstalactites formées soit par une activité microbienne, soit par accumulation de matériaux détritiques.

**Dessin B sur Fig. 11** - Les niveaux plus fins (*mudstone/wackestone*) portent parfois des laminations et des brèches de type *tidal flat*. Certains niveaux se terminent par une "surface micritisée" c'est à dire par une mince pellicule (1 à 2 mm) brunâtre à disposition stratiforme. Ces surfaces de micritisation tronquent localement des particules du substratum. Ils expriment, en toute probabilité, une activité microbienne (mucilage).

**Planche 2** - Expressions diagénétiques des milieux supratidaux dans les *beach-rocks* des "Calcaires de Comblanchien" de Bourgogne.

**A-** Un vide plurimillimétrique est comblé par plusieurs phases diagénétiques :

- d'abord une couche de calcite fibreuse à disposition stalactitique indiquant la présence d'une eau marine;
- ensuite, une pellicule de micrite à texture grumeleuse, détritique (pellets) ou microbienne;
- enfin, un silt à disposition géotrope composé de détritits de cristaux.

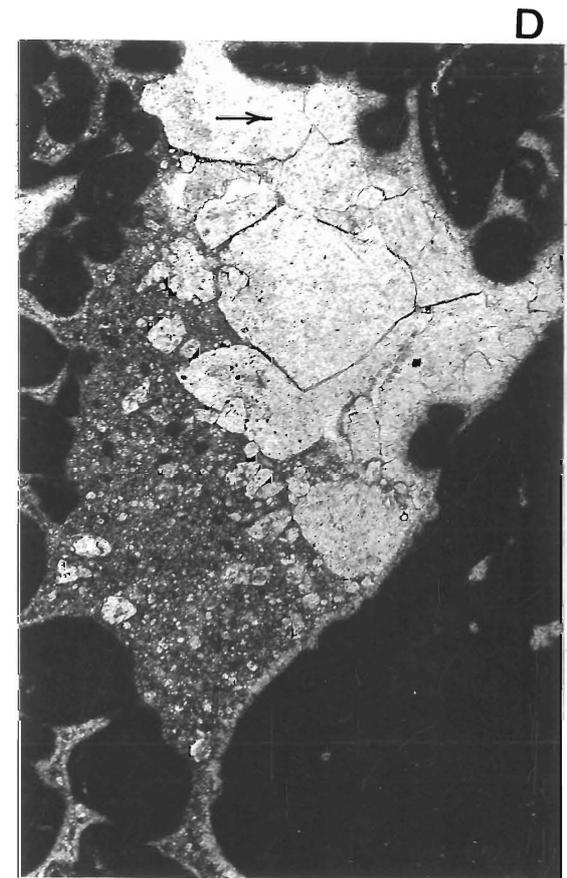
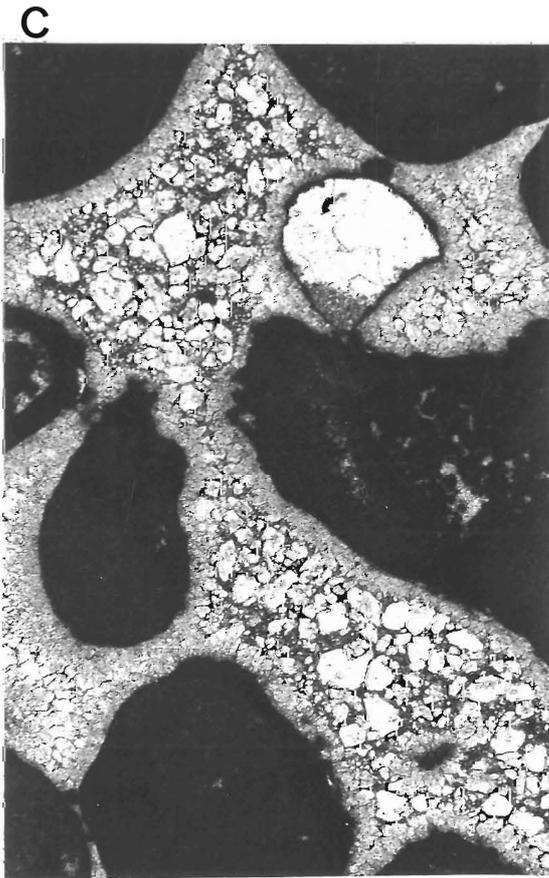
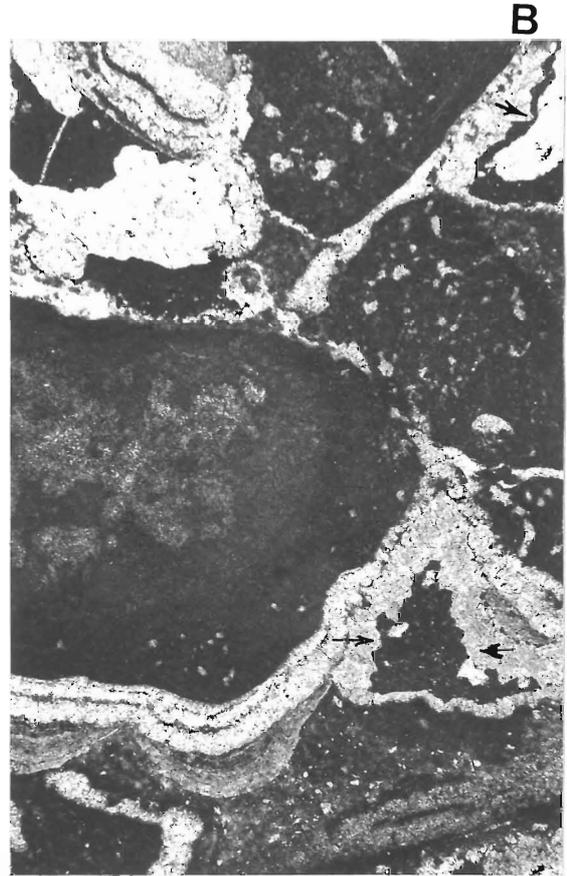
Une phase de sparite tardive comble la partie supérieure du vide.

**B-** Des vides montrent, comme dans la photo A, plusieurs couches de calcite fibreuse (marine vadose) suivie d'une microsparite (flèches) qui exprime l'évolution des eaux interstitielles vers un pôle météorique.

**C-** Les pellets (noirs) sont revêtus d'une couche de calcite fibreuse (marine). Le remplissage du pore par des débris de cristaux sparitiques (silt vadose) indique une érosion précoce d'une dalle de *beach-rock* sous l'influence d'eaux non marines.

**D-** Comme sur la photo précédente, les éléments cristallins du silt vadose (à gauche) sont localement nourris pour donner des plages de calcite sparitique (à droite).

Planche 2



**Planche 3** - Divers aspects diagénétiques dans des calcaires d'âge Jurassique moyen en Bourgogne

**A-** Surface polie montrant une série de microcavernes stratiformes (flèches) dans la partie sommitale d'une séquence de type plage des "Calcaires de Comblanchien" (Plombières-les-Dijon). Ces cavernes, probablement formées par une érosion sélective des niveaux non lithifiés (en dessous des dalles), sont partiellement remplis de sédiments fins laminés. Noter les changements granulométriques brusques, typiques des plages.

**B-** *Hard-ground* sous-marin à Chassagne-Montrachet, montrant une perforation effectuée par un annélide. Noter que les parois de la perforation tronquent les particules ainsi que la mince couche de calcite fibreuse qui les cimente. La nature fibreuse de cette calcite et sa disposition régulière suggèrent une cimentation en milieu sous-marin.

**C-** Carrière de Massangis, montrant le contact entre le membre dolomitisé (à grands litages obliques) et la surface durcie à sa base ("Oolite blanche"). Noter :

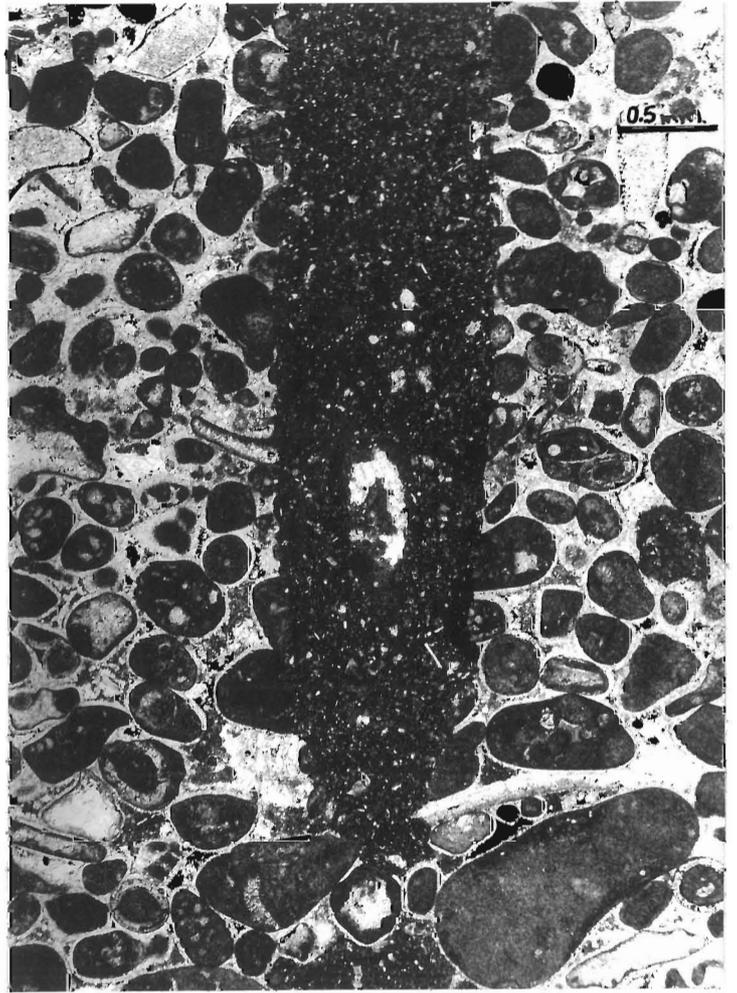
- les oolites tronquées par une abrasion (biologique ou mécanique) synsédimentaire ;
- les vides à géométrie rhomboédrique (en blanc) résultant de la dissolution de la dolomite ;
- la dolomitisation a été limitée à sa base par la barrière imperméable constituée par la surface durcie.

### Planche 3

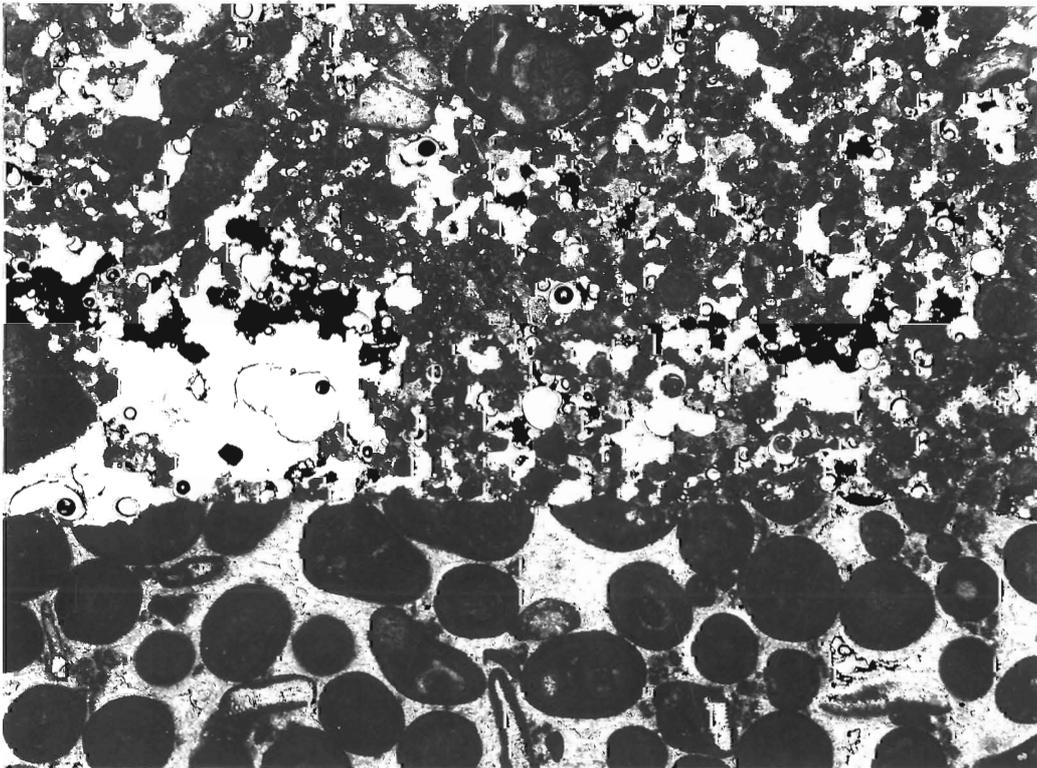
A



B



C



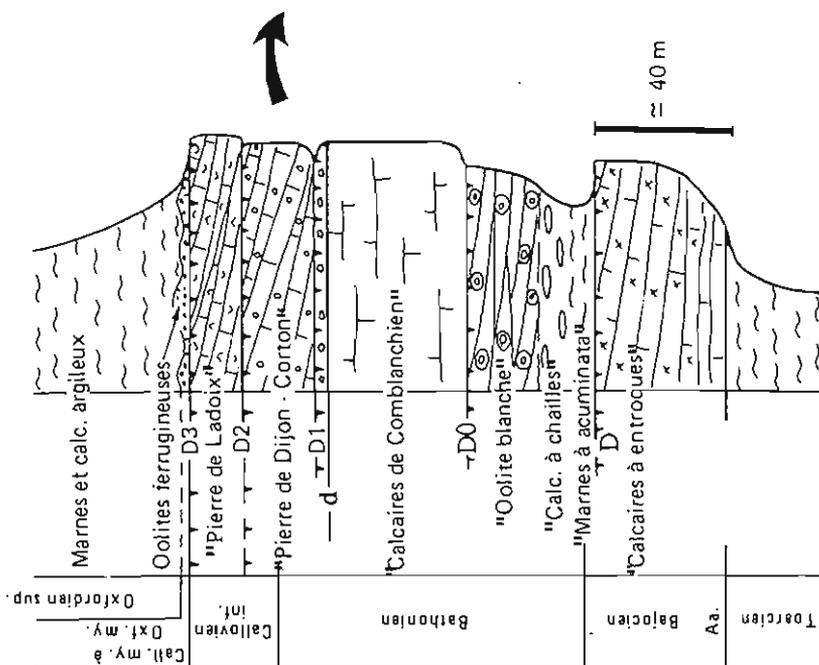
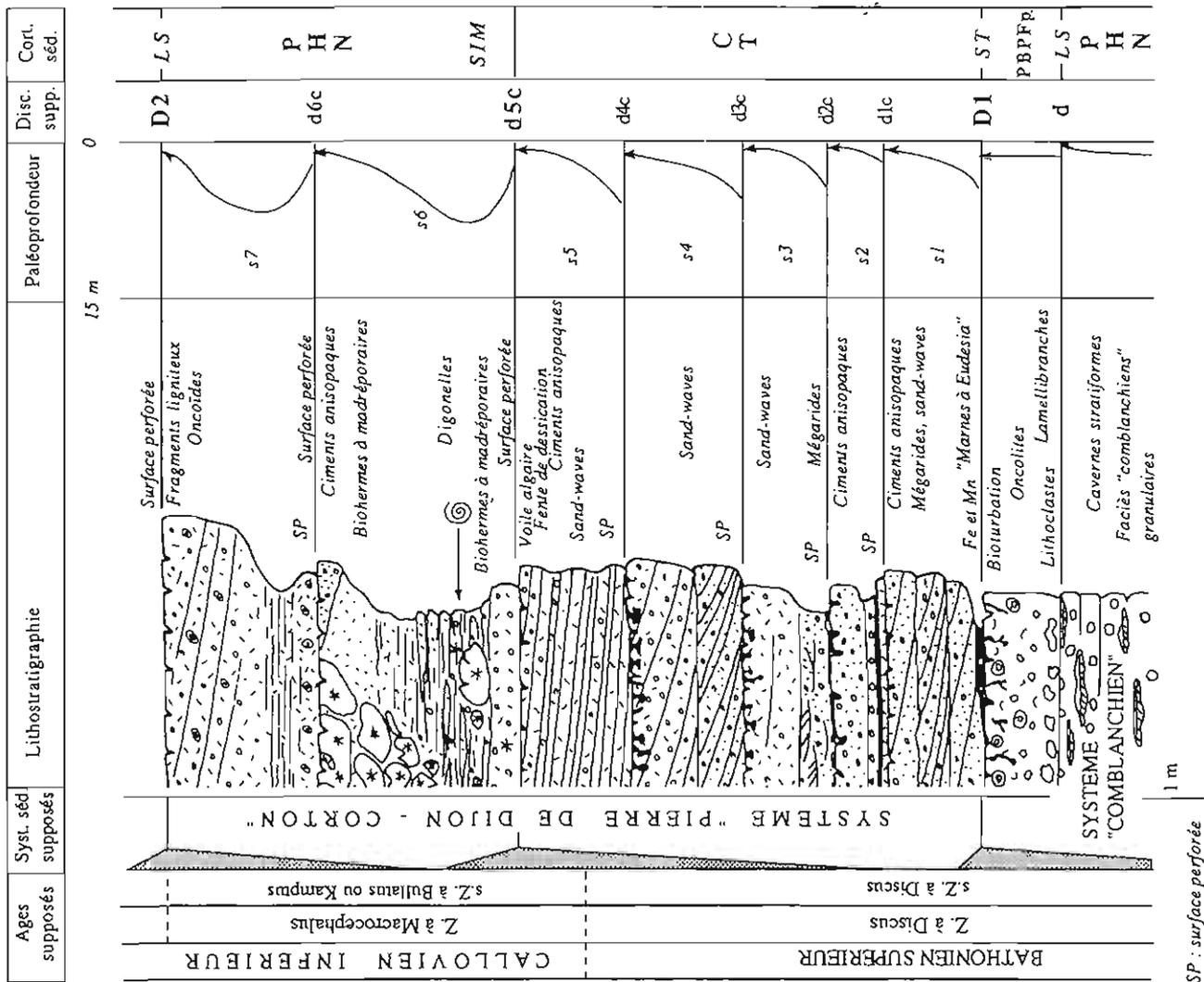


Fig. 12 - Le système "Pierre de Dijon-Corton" dans la carrière des Buis au Nord de Ladoix-Buisson - Facès, séquences de dépôt, datation, cortèges sédimentaires. D'après Floquet *et al.* (1989), Laville *et al.* (1989), Javaux (1991).

## Arrêt 3

### Ladoix-Serrigny - Buisson

#### Le toit des "Calcaires de Comblanchien", la "Pierre de Dijon-Corton" et la "Pierre de Ladoix"

(M. Floquet et C. Javaux)

Localisation des coupes : carrières des Buis, Hansez et Morot au Nord de Ladoix-Buisson (x = 391,4 ; y = 294,2 sur la carte IGN à 1.25000ème de Nuits-Saint-Georges n° 3024 Est).

#### 1. Le toit du système "Comblanchien"

1.1. Le toit du système "Comblanchien" à Ladoix (Fig. 11 et 12) est composé de :

- faciès granulaires typiques des "Calcaires de Comblanchien" (Purser, 1975), très grossiers, montrant des *bird's eyes*, des bancs granoclassés, des cavernes stratiformes hautes de 1 à 5-6 cm et quelquefois longues de 3 à 5 m, à remplissages très variés :

- . silt carbonaté laminé,
- . microstalactites formées soit par une activité microbienne, soit par accumulation de matériaux détritiques.

Ces faciès sont caractéristiques de grès de plage (*beach-rocks*). Les cavernes sont formées lors d'une érosion sélective (et peut-être aussi de dissolution : paléokarst ?) des niveaux meubles situés en dessous des dalles de grès de plage précocément induré.

- *packstones* lithoclastiques compactés, de couleur crème, épais de 1,20 m environ, qualifiés de faciès "comblanchoïdes". Le contact de ces calcaires avec les précédents est très net, marqué par une surface micritique visible tout au long du front de taille de la carrière. Cette surface, correspondant à une mince pellicule (1 à 2 mm) de micrite brunâtre à disposition stratiforme, tronquant localement des grains, exprime une activité microbienne ou cyanobactérienne : "voile algaire".

La base de ces calcaires renferme des lithoclastes de taille pluricentimétrique issus des faciès sous-jacents. La masse des calcaires recèle des coquilles de lamellibranches, des oncolites, plus abondants vers le haut. Aucune figure d'émergence n'est visible.

- Les faciès "comblanchoïdes" se terminent par une surface durcie, perforée, ferruginisée, encroûtée par des huîtres, à partir de laquelle descendent des cavités de bioturbation profondes d'une quarantaine de centimètres (planche 4, photo A). Ces cavités sont remplies de sédiments appartenant au système sédimentaire suivant ("marnes" à *Eudesia*). Cette surface correspond à la discontinuité D1.

## 2. Le système "Pierre de Dijon-Corton"

**2.1. Le terme "Pierre de Dijon-Corton"** est utilisé car les formations correspondantes :

- sont bien connues dans la région dijonnaise où elles ont été largement exploitées en carrières (Talent, Chenôve) pour l'extraction de la pierre de taille ;
- sont exploitées aujourd'hui comme pierre d'ornement dans diverses carrières aux alentours de la butte de Corton, en particulier dans la carrière des Buis (Fig. 12 et 13) ;
- ont été analysées en détail dans ces régions d'un point de vue sédimentologique, séquentiel et paléontologique (Chaffaut *et al.*, 1982 ; Charton *et al.*, 1985 ; Floquet et Menot, 1984 ; Floquet *et al.*, 1988 ; Floquet *et al.*, 1989 ; Laurin *et al.*, 1990) ;
- sont là bien calées dans l'échelle biostratigraphique par les brachiopodes et ammonites: sous-zone à *Discus* de la zone à *Discus* du Bathonien terminal et sous-zone à *Kamptus* de la zone à *Macrocephalus* du Callovien basal ;
- sont représentatives, tout comme les interprétations issues de leur analyse, de l'ensemble des affleurements de la bordure sud-est du Bassin Parisien aussi bien que de la bordure nord-ouest du Fossé Bressan.

**2.2. La "Pierre de Dijon-Corton"** apparaît toujours agencée en séquences de faciès terminées chacune par une surface durcie et perforée (planche 5, photo B) survenant en général au-dessus d'une troncature et souvent recouverte d'un niveau de remaniement.

Dans l'exemple de la carrière des Buis, la "Pierre de Dijon-Corton", repose sur la surface perforée, bioturbée, encroûtée au toit des "Calcaires de Comblanchien" (discontinuité D1 sur Fig. 12 et 13, planche 4, photo A). Elle est épaisse de 13 à 15 m et se subdivise en 7

séquences dont la puissance varie de 0,90 m à 3,20 m (n° 1 à 7) entre les surfaces durcies d1c à d6c (Fig. 12 et 13).

- La séquence la plus complète et qui sert de référence (séquence 6) montre cinq faciès élémentaires. Ce sont de bas en haut :

. le faciès **a** : oo-biosparites à débris de lamellibranches et madréporaires peu abondants ;

. le faciès **b** : bio-oosparites à colonies massives de madréporaires en position de vie (planche , photo B), d'abord de taille centimétrique à décimétrique puis métrique ;

. le faciès **c** : micrites (80 à 88% de CaCO<sub>3</sub>) et micrites argileuses à rares bioclastes (70 à 80 % de CaCO<sub>3</sub>), riches en térébratules (*Cererithyris nutiensis*) à la base, puis en pholadomyes (*Pholadomya murchisoni*) et enfin en digonelles (*Digonella divionensis*) au sommet. Quelques ammonites (*Kamptokephalites dimerus*) sont présentes ;

. le faciès **d** : biomicrites à petites digonelles, plagiostomes (*Plagiostoma subcardiiforme*) et constructions localisées, métriques, à madréporaires (planche 4, photo B) ;

. le faciès **e** : bio-oomicrites à bio-oosparites à débris de lamellibranches et madréporaires. Au sommet, les bio-oosparites montrent un ciment sparitique précoce radiaire, en général isopaque, rarement à tendance microstalactitique. Ce faciès est partiellement latéral par rapport au sommet des constructions à madréporaires (faciès **d**).

Une surface de troncature horizontale recoupe aussi bien les biomicrites (faciès **d**) que les bio-oomicrites ou bio-oosparites (faciès **e**). Elle s'accompagne de phénomènes de dissolution précoce de certains éléments, notamment des madréporaires. Cette surface est aussi perforée, encroûtée par des huîtres (planche 5, photo E).

- Les autres séquences diffèrent de celle décrite ci-dessus par le développement plus ou moins marqué ou par l'absence d'un ou plusieurs faciès. Ce sont essentiellement des séquences simples, négatives ou grano-croissantes. Par exemple, la séquence 1 ne comprend que le faciès **c** ("marnes" à *Eudesia*, avec bryozoaires ; cf. planche 5, photo A) puis le faciès **a** oo-sparitique (planche 5, photo D). La séquence 2 diffère par l'absence des biomicrites à constructions de madréporaires (faciès **d**) et par le plus grand développement des oo-biosparites (faciès **a**) accumulées sous forme de vague sableuse (mg. sur Fig. 13). La séquence 5 comporte presque uniquement des oo-biosparites (faciès **a** et **b**) à l'exception de micrites argileuses à digonelles (faciès **c**) piégées dans les perforations affectant le sommet de la séquence sous-jacente (planche 5, photo C). La dernière séquence (7) se termine par une surface durcie, bioturbée, perforée, encroûtée se retrouvant à l'échelle régionale et appelée discontinuité D2 (Fig. 12 à 17). Dans la coupe du Belvédère du Lac à Dijon, le remplissage des bioturbations sous D2 renferme des

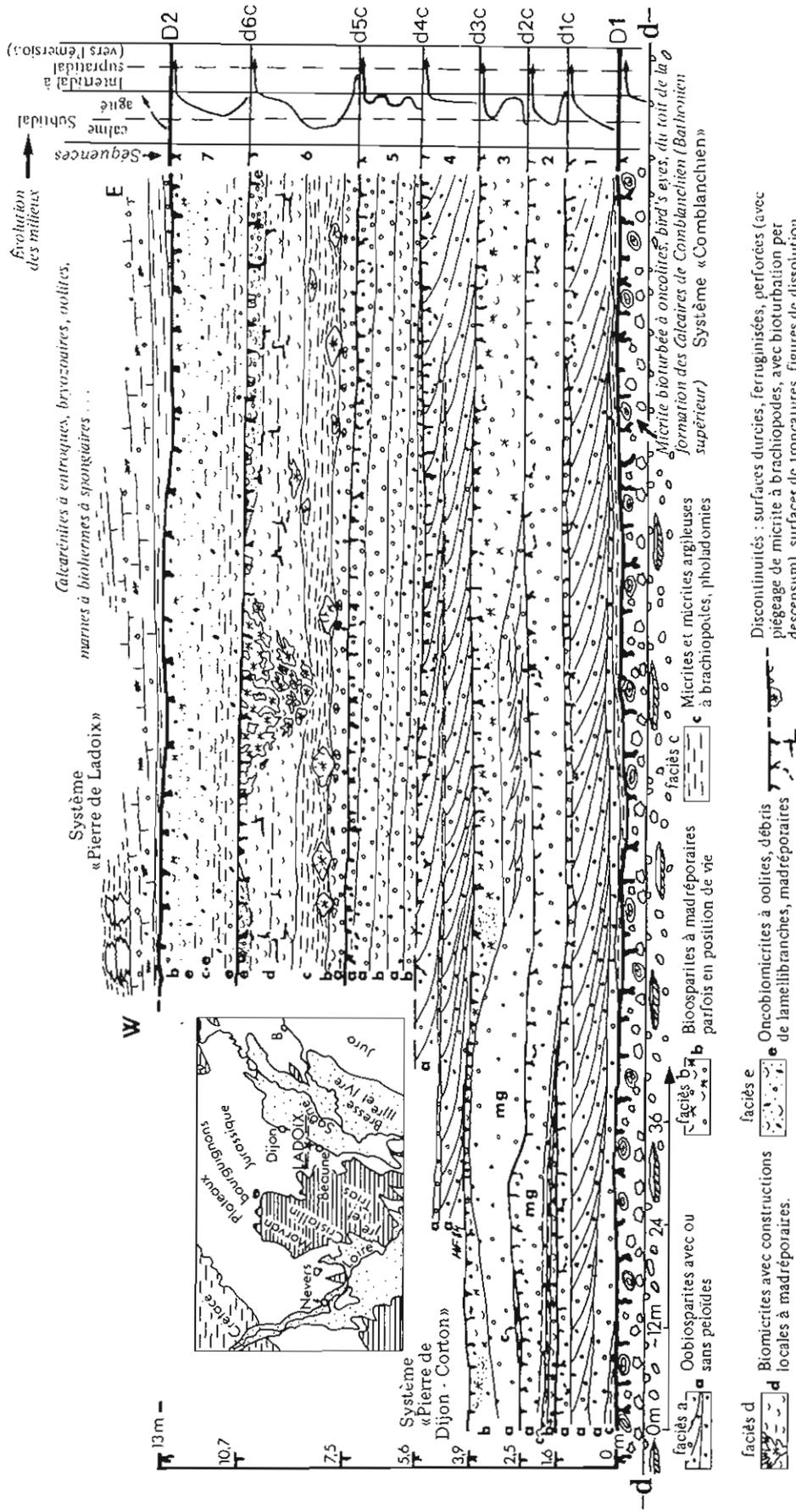


Fig. 13 - Le système "Pierre de Dijon-Corton" dans la carrière des Buis au Nord de Ladoix-Buisson. Découpage en 7 séquences de dépôt de remise en eau marine puis de dépôt de remblayage biosédimentaire. D'après Floquet et Menot (1984).

pseudomorphoses calcitiques de micro-cristaux lenticulaires de gypse (planche 5, photo F). A Ladoix-Buisson, des fragments ligniteux décimétriques ont été observés juste sous D2.

### 2.3. Milieux de dépôt

- Les changements progressifs des lithofaciès et de la faune dans la séquence 6 traduisent l'évolution des milieux :

. Les faciès **a** et **b** indiquent un milieu subtidal soumis à un fort hydrodynamisme. Les bioconstructions à madréporaires sont d'abord démantelées (faciès **a**) avant d'être bien préservées (faciès **b**) ce qui suggère une tendance à la diminution de l'hydrodynamisme par approfondissement.

. Le faciès **c** représente un milieu subtidal plus approfondi, ouvert (arrivée de céphalopodes) et à hydrodynamisme affaibli permettant la décantation des terrigènes. Ceux-ci ennoient les colonies de madréporaires et finissent par les faire disparaître.

. Avec le faciès **d** le milieu subtidal semble retrouver un hydrodynamisme suffisant pour vanner les terrigènes et permettre à nouveau le développement de bioconstructions à madréporaires accompagnées latéralement des digonelles et des plagiostomes.

. Enfin, le faciès **e** correspond au démantèlement partiel des bioconstructions et à l'étalement de matériel bioclastique et oolitique en milieu subtidal à fort hydrodynamisme.

. L'érosion aurait pu se poursuivre, donnant naissance à la surface de troncature sommitale, en milieu proche de l'émersion ou émergeant. L'émersion semble indiquée par les dissolutions précoces et généralisées des madréporaires ainsi que par la diagenèse de dissolution des ciments précoces.

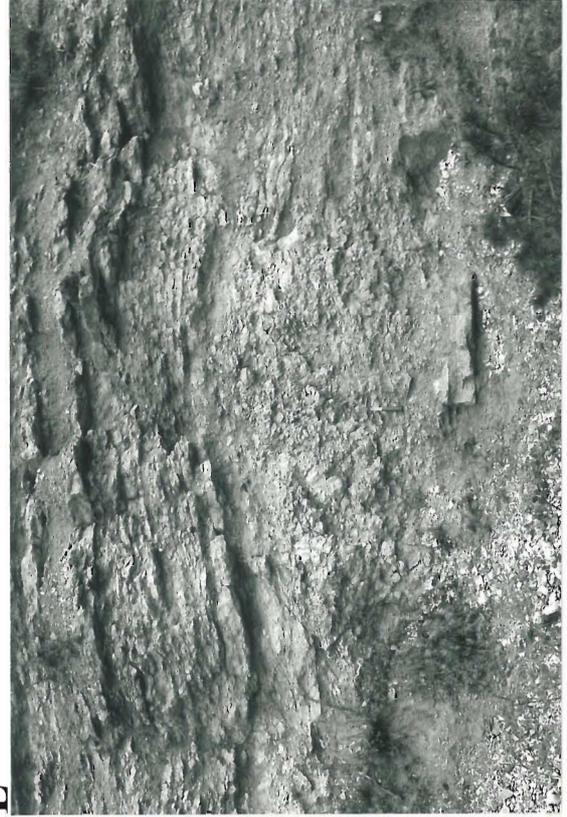
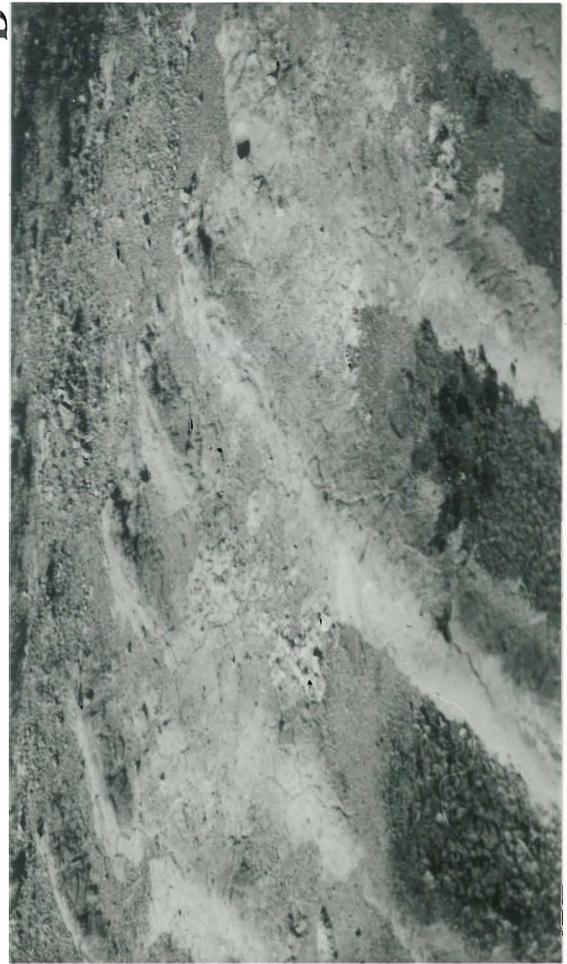
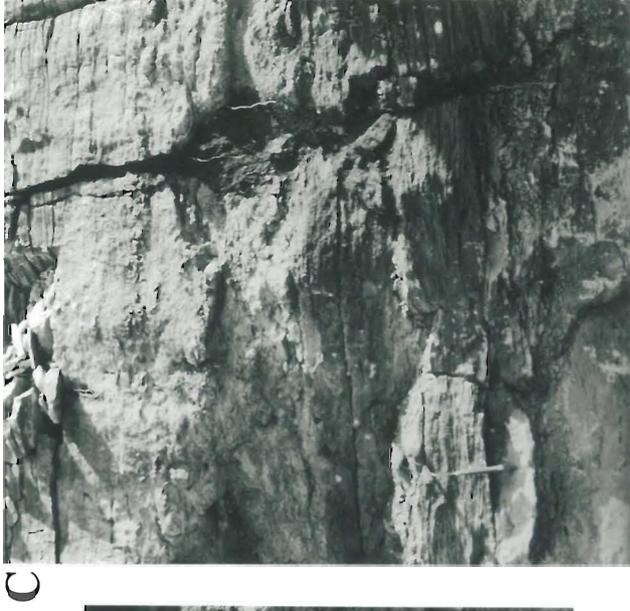
En considérant que la discontinuité basale correspond aussi à une phase d'émersion (voile algaire déchiré sous l'action de dessiccation), cette séquence exprime d'abord un approfondissement initial relativement progressif (du faciès **a** au faciès **c**) puis une diminution de profondeur non moins progressive (du faciès **c** au faciès **e**) jusqu'à l'émersion. Il s'agit d'une biséquence "positive-négative" faiblement asymétrique (Fig. 12 et 13).

- Toutes les autres séquences indiquent aussi une augmentation de l'hydrodynamisme liée à la diminution de profondeur qui découle de l'accumulation sédimentaire ou des bioconstructions. La remise en eau marine initiale, après la phase supposée d'émersion qui termine la séquence sous-jacente, se réalise souvent de manière brutale. Le faciès **c** se dépose alors le premier. Il est cependant rarement préservé, sinon de façon lenticulaire ou dans des

**Planche 4** - Le toit des "Calcaires de Comblanchien", la "Pierre de Dijon-Corton" et la "Pierre de Ladoix" dans les carrières des Buis et Hansez à Ladoix-Buisson  
(Photos M. Floquet)

- A.** Surface bioturbée, perforée, encroûtée au toit des "Calcaires de Comblanchien" (discontinuité D1). Manche du marteau = 30 cm.
- B.** Bioherme de madréporaires à la partie inférieure de la séquence 6 de la "Pierre de Dijon-Corton". Le bioherme est enfoui sous les "Marnes à digonelles". Manche du Marteau = 30 cm.
- C.** Passage entre l'unité calcaréo-argileuse à biohermes à spongiaires D et l'unité calcarénitique supérieure E de la "Pierre de Ladoix". Le passage s'effectue par l'intermédiaire d'une alternance de bancs calcaires à rides, puis à madréporaires démantelés, et d'interbancs mameux riches en bryozoaires. Manche du marteau = 30 cm.
- D.** Mégarides et *patches* à bryozoaires situés au creux et sur les flancs des mégarides au toit de la séquence s'1 (Fig. 17 A) de la "Pierre de Ladoix".
- E.** Bioherme à spongiaires de l'unité calcaréo-argileuse supérieure D (séquence s'3 sur Fig. 14) de la "Pierre de Ladoix". Manche du marteau = 30 cm.

Planche 4



**Planche 5 - Microfaciès de la "Pierre de Dijon-Corton" à Ladoix-Buisson et Dijon  
(Photos M. Floquet)**

**A.** Bryozoaires des "Marnes à *Eudesia*" de la base de la "Pierre de Dijon-Corton". Diamètre d'un bryozoaire = 8 mm.

**B.** Perforation en forme de cupule tronquant grains et ciments précoces au niveau d'une surface durcie séparant 2 séquences calcarénitiques de dépôt de la partie inférieure de la "Pierre de Dijon-Corton". Diamètre de la perforation = 1 cm.

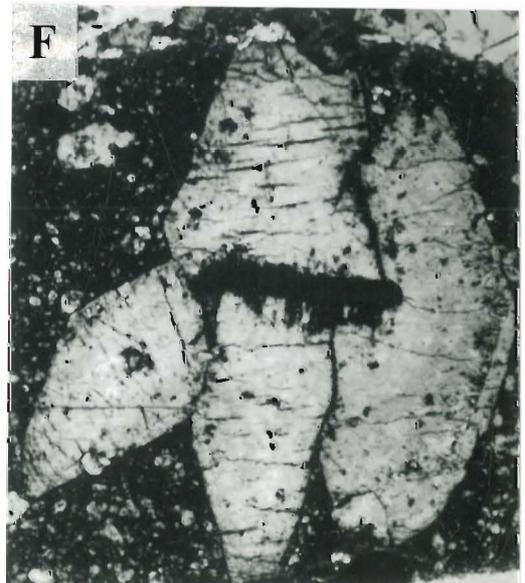
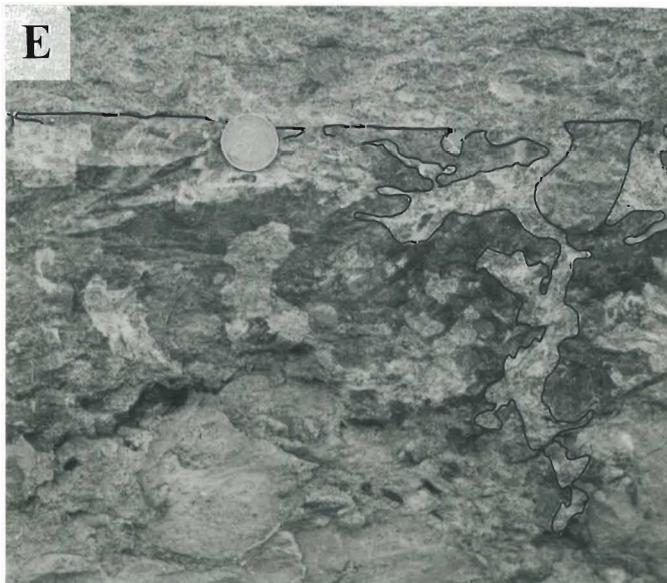
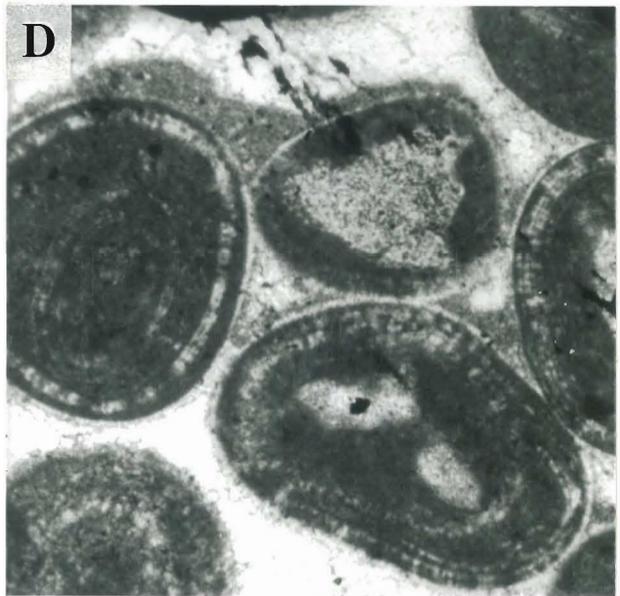
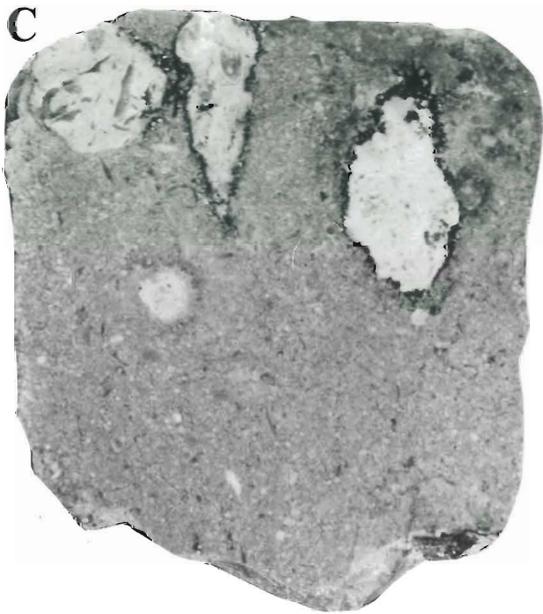
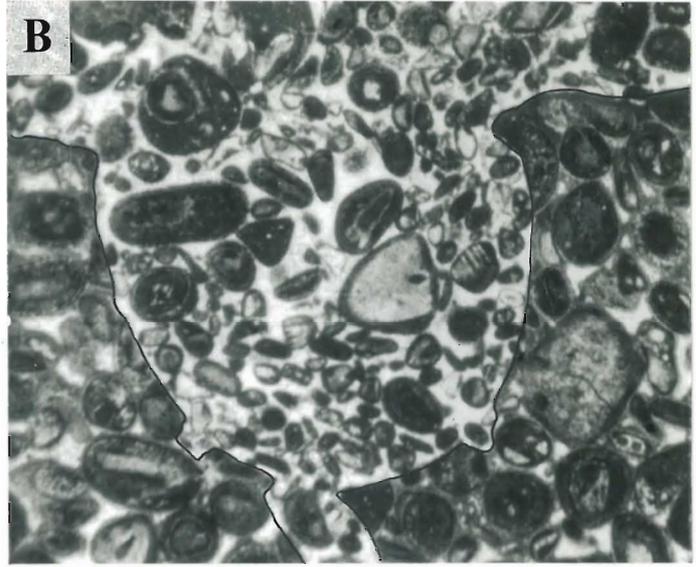
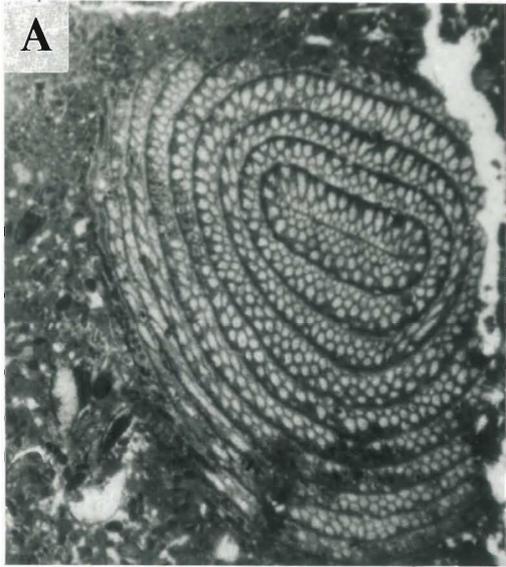
**C.** Perforations au toit d'une séquence de la partie inférieure de la "Pierre de Dijon-Corton". Les perforations soulignées d'un liseré ferrugineux affectent des calcarénites oo-bioclastiques et sont remplies par des micrites beige clair appartenant à la séquence de dépôt sus-jacente. Hauteur de la surface polie = 7 cm.

**D.** Oosparite caractéristique de la partie inférieure de la "Pierre de Dijon-Corton". La porosité primaire intergranulaire est obturée par une mince frange de ciment précoce, puis par de la micrite à disposition géotrope, puis par de la sparite en mosaïque. Diamètre moyen d'une oolite = 0,6 mm.

**E.** Surface de bioturbation et de troncature au toit de la séquence 6 de la "Pierre de Dijon-Corton". Les terriers, remplis d'un sédiment oo-biomicritique clair appartenant à la séquence de dépôt sus-jacent descendent profondément dans le sédiment de s6. Diamètre de la pièce = 2,3 cm.

**F.** Pseudomorphoses calcitiques de gypse dans le remplissage de perforations au toit de la "Pierre de Dijon-Corton" (discontinuité D2) à Dijon, dans la carrière du Belvédère du Lac. Hauteur des pseudomorphoses = 5 mm.

Planche 5



perforations et terriers creusés dans la séquence précédente, car il est érodé par la mise en place des corps calcarénitiques progradants. C'est ainsi que le faciès **a** peut recouvrir sans transition le faciès **c** (séquences 1, 2, 3, 4, 5). La séquence 2 montre bien à la fois une remise en eau relativement progressive (succession des faciès **b** et **c** du côté ouest de la carrière) (Fig. 13) et une érosion marquée (faciès **a** directement sur la surface perforée de base, du côté sud-est de la carrière, les faciès **c** micritiques n'étant préservés que dans les terriers).

Le comblement ou remblayage biosédimentaire peut donc être soit assez lent (calcaires argileux à brachiopodes ou bioconstructions à madréporaires), soit beaucoup plus rapide (épandages oo-bioclastiques sous forme de vagues sableuses - séquences 2-3 - ou en talus de progradation - séquences 1-4-5).

#### 2.4. Cortèges sédimentaires et "*depositional sequence*"

a) Les faciès "comblanchoïdes" traduisent un approfondissement par rapport aux faciès des "Calcaires de Comblanchien" sous-jacents qui montrent des émergences répétées. Ces faciès sont bien représentés sur les bordures de la plate-forme proximale bourguignonne et parisienne, alors qu'ils sont très réduits sinon inexistantes au centre de cette plate-forme. Ils sont considérés comme formant un prisme de bordure de plate-forme proximale (PBPFp sur Fig. 12). Ce prisme constitue la base d'une "*depositional sequence*" dite S3 (Fig. 24 et 44). La limite de séquence (LS sur Fig. 12) est soulignée par la surface de micritisation couronnant les faciès granulaires et d'émergence du sommet des "Calcaires de Comblanchien".

b) Dans le système "Pierre de Dijon-Corton", les séquences tendent, d'une manière générale, à être plus épaisses du bas vers le haut. En même temps, leurs termes micritiques ou argileux à brachiopodes abondants et à madréporaires (faciès **c** et **d**) tendent à prendre de l'importance. Ceci est particulièrement net à partir de la séquence 6 au-dessus de la discontinuité d5c.

Ceci suggère que l'approfondissement, au démarrage de chaque séquence, devient de plus en plus marqué, de D1 à d5c.

- Les séquences 1 à 5 sont considérées comme constituant un **cortège sédimentaire transgressif** (CT sur Fig. 12). Ce sont des paraséquences *sensu* Van Wagoner *et al.* (1988), Vail *et al.* (1987). La discontinuité D1 est considérée comme étant la surface de transgression ST sur Fig. 12) de la "*depositional sequence*" S3. Les discontinuités d1c à d4c sont considérées comme étant des surfaces d'inondation dans le cortège transgressif.

- Les marnes ou calcaires argileux de la séquence 6 avec le **pic de diversité faunique** sont considérés comme représentatifs de l'inondation maximale (SIM sur Fig. 12). Les séquences 6 et 7 sont vues comme constituant un **cortège sédimentaire de haut niveau marin relatif** (PNM sur Fig. 12), haut niveau toutefois **non stabilisé**.

- Individuellement, les paraséquences peuvent comporter leurs propres cortèges transgressifs et cortèges régressifs par remblayage sédimentaire de haut niveau relatif (cas de la paraséquence 5). Le plus souvent toutefois, les cortèges transgressifs étant très réduits (piégés dans les perforations ou sous forme de galets : dépôts résiduels de transgression), les surfaces-limites de paraséquences et les surfaces de progradation après l'inondation maximale sont quasi-confondues.

- La discontinuité D2, avec latéralement des indications d'émersion est considérée comme étant la limite supérieure de la "*depositional sequence*" S3 (cf. Fig. 24 et 44).

### 3. Le système "Pierre de Ladoix"

**3.1. Le terme "Pierre de Ladoix"** est utilisé car les formations correspondantes :

- sont exploitées de façon intensive en de nombreuses carrières sur le plateau au Nord de Ladoix-Serrigny d'où d'excellentes conditions d'observation ;
- ont été ici bien étudiées d'un point de vue sédimentologique (Chaffaut *et al.*, 1982 ; Floquet *et al.*, 1989 ; Laville *et al.*, 1989) ;
- sont bien datées grâce à des brachiopodes et à des ammonites de la sous-zone à Koenigi dans la zone à Calloviense du Callovien inférieur ;
- sont représentatives de presque tous les affleurements des régions beaunoise et dijonnaise.

**3.2. La "Pierre de Ladoix"** est aussi agencée en séquences de faciès mais de nature différente de celles de la "Pierre de Dijon-Corton" (Fig. 14). Les discontinuités biosédimentaires qui les séparent n'ont pas le même suivi latéral apparent. Elles sont parfois difficiles à repérer en raison de rapides variations de faciès et parce qu'elles ne semblent pas posséder la même horizontalité que celles du système antérieur (elles ne peuvent être correctement identifiées que sur des distances de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres). Leurs morphologies paraissent en partie inféodées à celles des corps sédimentaires sous-jacents et en partie dérivées de figures d'érosion. Les séquences elles-mêmes sont assez



différentes les unes des autres. Néanmoins, chaque séquence présente le plus souvent un terme inférieur micritique argileux ou marneux et un terme supérieur, calcarénitique oo-bioclastique toujours couronné par une surface perforée, durcie et encroûtée.

Dans l'exemple de la carrière des Buis, la "Pierre de Ladoix" est épaisse de 25 m environ et se subdivise en 3 séquences séparées par 2 discontinuités (d1 l et d2 l sur Fig. 14). Les corps sédimentaires correspondant aux deux premières séquences de faciès se biseautent très clairement de l'Est vers l'Ouest, au vu du front de taille de la carrière (Fig. 15).

- La première séquence n'est constituée que d'une unité calcarénitique essentiellement oolitique, qui, épaisse de 3 m du côté est, disparaît en moins de 250 m en allant vers l'Ouest (unité calcarénitique inférieure A sur Fig. 14 et 15). Cette unité est couronnée par une surface perforée qui tronque les foresets calcarénitiques.

- La deuxième séquence débute par 5 à 15 cm de *packstones-grainstones* bioclastiques organisés en un train de mégarides que recouvrent des petits *patches* à bryozoaires (planche 4, photo D). Elle comprend ensuite un terme inférieur marneux (unité calcaréo-argileuse inférieure B) et un terme supérieur calcarénitique (unité calcarénitique médiane C). Lors de sa mise en place, ce dernier a quelque peu érodé le terme marneux (galets mous à la base des calcarénites du côté est de la carrière). Il s'installe plus progressivement du côté ouest par l'intermédiaire de faciès biomicritiques.

- La troisième séquence comprend aussi un terme inférieur marneux (unité calcaréo-argileuse supérieure D) mais épaissi (4 à 6 m), constant sur 2-3 kilomètres au moins en fonction des affleurements et caractérisé par la présence de biohermes à spongiaires (planche 4, photo E). Le terme supérieur, franchement calcaire, débute par des faciès à madréporaires, construits ou démantelés presque sur place (planche 4, photo C). Il se poursuit par une quinzaine de mètres de calcarénites bioclastiques et oolitiques distribuées en de nombreux corps d'épaisseur métrique séparés par des discontinuités mineures (s sur Fig. 14 dans l'unité calcarénitique supérieure E). Les calcarénites montrent des litages obliques à inclinaison dominante vers le nord.

- Cette dernière séquence est couronnée par une surface durcie, ferruginisée, perforée, encroûtée et recouverte par des calcaires à oolites ferrugineuses. Cette surface, de valeur régionale, est dite D3.

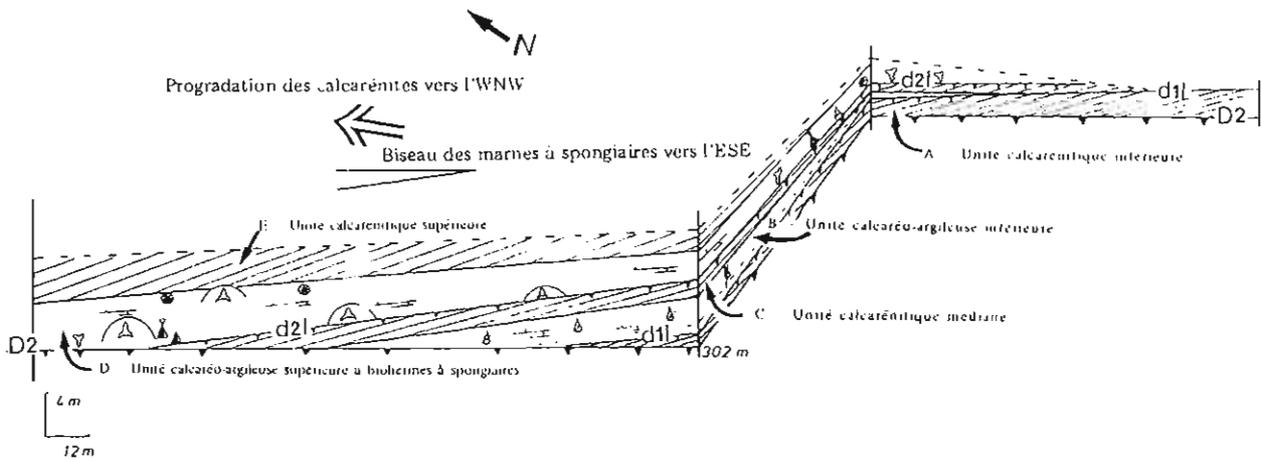


Fig. 15 - Agencement des unités sédimentaires de la partie inférieure du système "Pierre de Ladoix" entre la carrière des Buis (côté ouest/nord-ouest) et la carrière Hansez (côté est/nord est). D'après Laville *et al.* (1989).

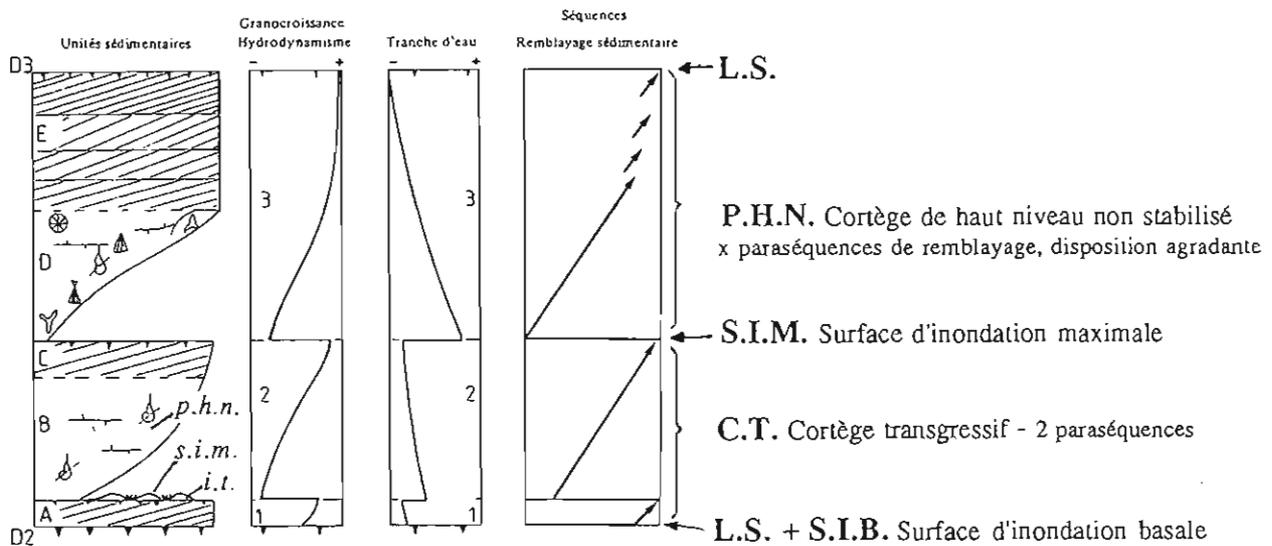


Fig. 16 - Séquences de dépôt dans le système "Pierre de Ladoix" : deux paraséquences (unité A puis unités B et C) d'acquisition d'un haut niveau marin (intervalle transgressif) ; une séquence principale de comblement (unités D et E) en haut niveau marin non stabilisé (les corps calcarénitiques correspondraient à de petites séquences d'agradation).

D'après Laville *et al.* (1989), complété.

### 3.3. Milieux de dépôt

Les séquences de dépôt peuvent être interprétées comme les résultats d'approfondissements initiaux suivis de diminution de profondeur par remblayages biosédimentaires.

- Avec la première séquence (entre D2 et d1 l sur Fig. 14 et 15), la remise en eau marine semble pelliculaire (non dépôt du terme marneux ou absence due à son érosion ?) et n'être propice qu'au développement d'un grand champ de vagues sableuses oolitiques en milieu subtidal à hydrodynamisme élevé.

- Avec la deuxième séquence (entre d1 l et d2 l sur Fig. 14 et 15), l'approfondissement apparaît plus net et favorable à l'installation d'une faune de milieu plus ouvert : bryozoaires, crinoïdes, brachiopodes... Leurs débris constituent une large part du matériel de l'unité calcarénitique médiane C.

- Avec la troisième séquence (entre d2l et D3 sur Fig. 14 et 15), l'approfondissement semble plus accusé (plus de 10 m ?). La disposition en biseau des marnes renfermant les biohermes à spongiaires (comme celle des marnes de la deuxième séquence) évoque assez nettement une rétrogradation, un débordement marin apparemment dirigé d'Ouest en Est (Fig. 15). Les ammonites, en plus d'une faune benthique très diversifiée de bryozoaires, rhynchonelles, lamelibranches variés, échinodermes, de filaments dans les micrites (prodossoconques pélagiques de lamelibranches), montrent l'accentuation de l'ouverture sur le domaine marin franc.

Les madréporaires en gros débris qui succèdent aux spongiaires soulignent presque toujours le début des progradations bioclastiques et oolitiques de l'unité calcarénitique supérieure E. Les corps sédimentaires de cette dernière unité apparaissent identiques, du bas jusqu'en haut, et se seraient mis en place sous le même hydrodynamisme, dans la même tranche d'eau. Ceci suggère que la tranche d'eau pouvait encore s'épaissir modérément et permettre la répétition de remblayages dans les mêmes conditions. Aucun de ces approfondissements n'aurait cependant eu l'importance de ceux ayant provoqué le démarrage des 3 séquences. L'hydrodynamisme ayant contrôlé l'épandage des corps calcarénitiques était d'origine tidale, avec un courant dominant dirigé vers le nord (cf. § 3.5).

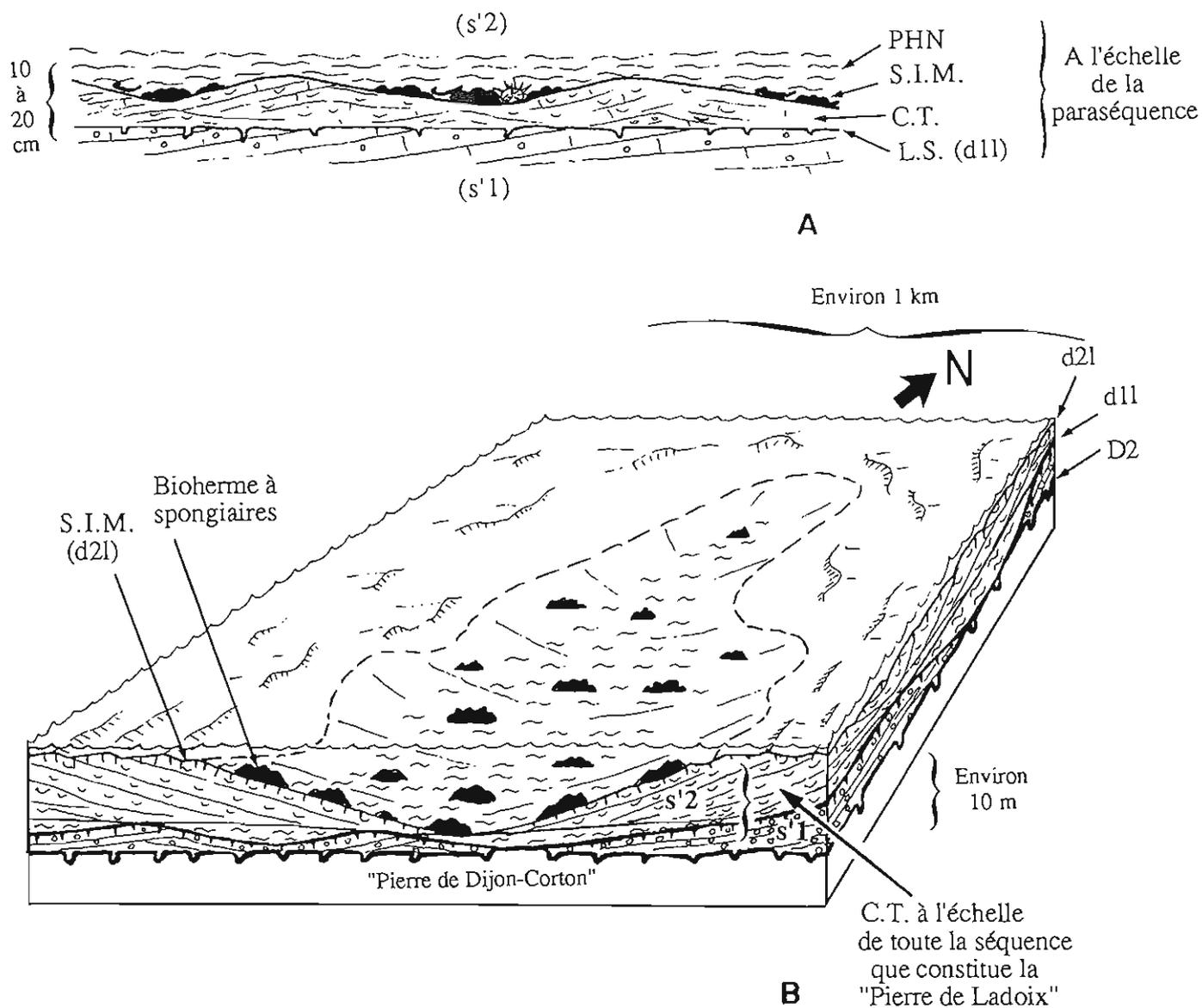


Fig. 17 - A - Cortège transgressif à la base de la paraséquence s'2 du système "Pierre de Ladoix". *Packstones* bioclastiques modelés en train de mégarides migrant vers le NNW. *Patches* à bryozoaires et cidaridés en position de vie dans les creux et sur les flancs des mégarides, puis enfouis par les marnes de remblayage de haut niveau marin relatif.

B- Même phénomène que précédemment à la base de la séquence s'3 du système "Pierre de Ladoix", mais à l'échelle plurihectométrique d'un champ de grandes dunes bioclastiques. Les biohermes à spongiaires sont dans les creux interdunes au début de l'approfondissement puis montent sur les flancs des dunes pour se dégager de la sédimentation marneuse. Celle-ci s'est effectuée dans le golfe interdune : le vallon actuel est probablement localisé à la place des faciès marneux facilement érodables. Les calcarénites progradent en enfouissant les biohermes dès que le creux est comblé : cortège transgressif de remblayage de haut niveau marin relatif. Selon M. Floquet.

### 3.4. Cortèges sédimentaires et "*depositional sequence*"

- La discontinuité D2, constituant la limite supérieure de la "*depositional sequence*" S3 (cf. § 2.4), correspond aussi à la surface de transgression d'une nouvelle "*depositional sequence*" dite S4 (Fig. 24 et 44), dans laquelle s'inscrit le système "Pierre de Ladoix".

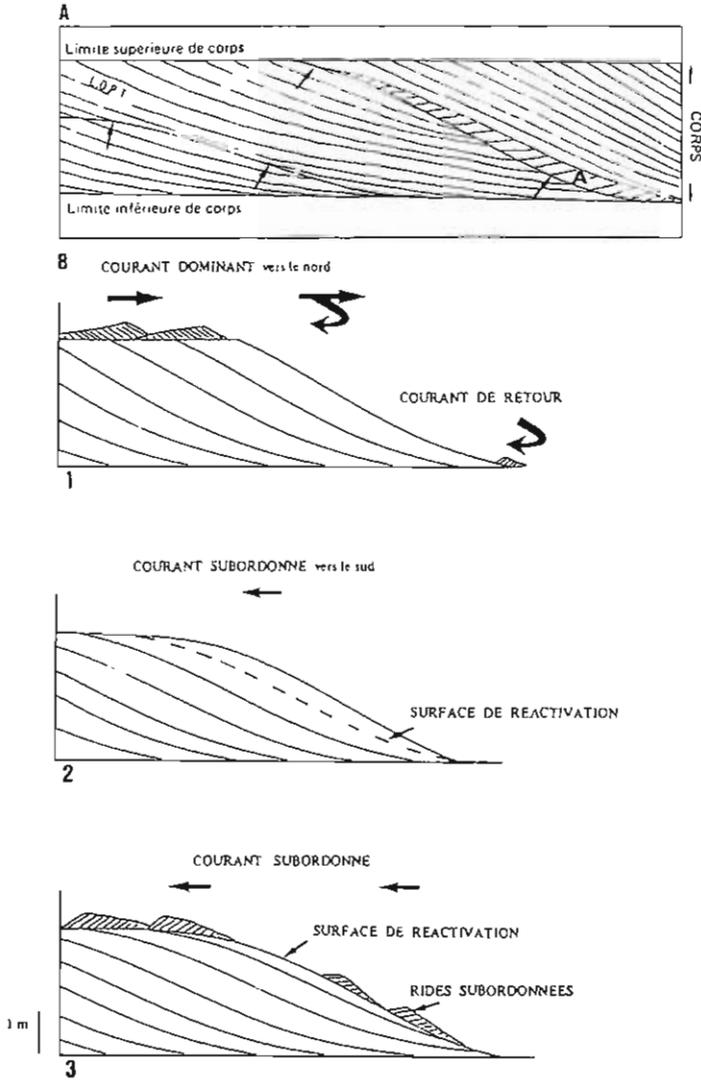
- Les deux premières séquences (s'1 et s'2 sur Fig. 14) marquant l'approfondissement progressif sont considérées comme constituant un **cortège sédimentaire transgressif** (CT sur Fig. 16). La surface d2 l (Fig. 14 et 15), avec la lumachelle à bryozoaires est vue comme la surface d'inondation maximale (SIM). La troisième séquence (s'3) est considérée comme formant le **cortège sédimentaire régressif par remblayage de haut niveau marin relatif** (PHN, Fig. 16). Les corps bioclastiques et oolitiques s'empilant de manière aggradante sont autant de petites paraséquences constituant ce cortège de haut niveau (Fig. 16). Ce haut niveau apparaît donc non stabilisé.

- Individuellement, les paraséquences peuvent aussi comporter leurs propres cortèges transgressifs puis régressifs, quoiqu'inégalement développés. Ainsi le train de mégarides à la base de la séquence s'2 (carrière Hansez) constitue un petit cortège transgressif (Fig. 17 A). La surface des mégarides dans les creux et sur les flancs desquelles s'installent les petits *patches* à bryozoaires est vue comme la surface d'inondation maximale à l'échelle de la **paraséquence** ; les marnes puis les calcarénites sus-jacentes formant le cortège de remblayage de haut niveau de la paraséquence. La position des *patches* à bryozoaires est **identique - à l'échelle près** - à celle des biohermes à spongiaires à la base de la grande séquence s'3, biohermes s'installant dans les creux puis sur les flancs de grandes dunes (nées de la genèse de s'2) lors de la principale élévation du niveau d'eau relatif (Fig. 17 B).

- La discontinuité D3 est considérée comme étant la limite supérieure de la "*depositional sequence*" S4. Cette séquence S4 incluant le système "Pierre de Ladoix" apparaît rétrogradante par rapport à la séquence S3 incluant le système "Pierre de Dijon-Corton" (cf. Fig. 24 et 44 ).

### 3.5. Les corps bioclastiques et oolitiques tidaux

a) Les corps élémentaires formant l'unité calcarénitique supérieure E (Fig. 14) sont principalement constitués de lits obliques plans tabulaires ou biseautés (planche 6). Ces lits (foresets) ont une extension plurimétrique (4-5 m) ; ils sont fréquemment tangentiels à la surface basale du corps et présentent un pendage qui varie de 15 à 20° dans les parties médiane



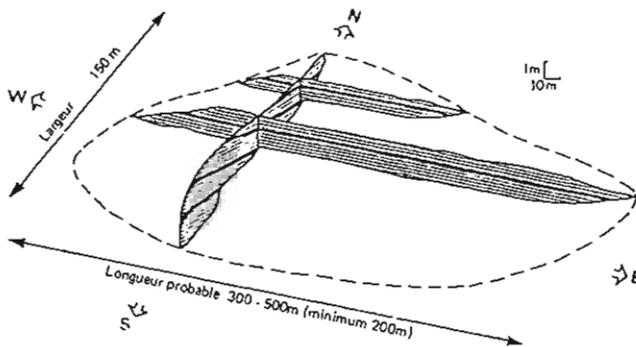
**Fig. 18** - Structures internes d'un corps ooblastique de l'unité calcarénitique supérieure E.

**A.** Aspect actuel à l'affleurement (voir planche photographique 6, photos 1 à 4, même localisation).

**B.** Modalités de mise en place

B1 : progradation d'une vague sableuse à grands litages obliques plans tabulaires (L.O.P.T) ou légèrement asymptotiques à partir de mégarides migrant sur la crête de la vague sableuse. Courant unidirectionnel vers le nord. Petites rides à litages obliques opposés de 180° en pied de foresets dues au courant de retour.

B2 et B3 : érosion et remodelage sigmoïdal par un courant opposé créant les rides subordonnées à litage oblique opposé sur le foreset. D'après Laville *et al.* (1989).



**Fig. 19** - Architecture d'un corps ooblastique de l'unité calcarénitique E à l'affleurement. Le corps est allongé transversalement au courant dominant. Les surfaces de réactivation remodelant les foresets sont marquées par un trait noir épais. D'après Laville *et al.* (1989).

et supérieure des corps. La partie sommitale des lits est généralement tronquée par la surface d'érosion qui limite les corps (planche 6 et Fig. 18). Toutes les observations ont mis en évidence des lits composés de lamines alternativement oolitiques et bioclastiques. Cette ségrégation granulométrique est attribuée au classement des sédiments avant leur dépôt, lors de leur migration au sein de corps de plus petite taille (rides, mégarides) superposés à la plus grande structure.

Les mesures d'azimuts donnent un sens de migration homogène, les valeurs oscillant entre Nord 350° et Nord 30° avec un maximum de mesures orientées Nord 10° et un azimut moyen dirigé vers Nord 13°.

Quelques lits obliques plans de plus petite dimension, décimétriques à pluridécimétriques, sont orientés selon des azimuts opposés à 180° environ par rapport aux azimuts dominants. Ces lits forment des rides ou des mégarides qui migrent dans le sens opposé aux corps principaux. Ces structures subordonnées s'installent soit entre deux corps, soit au sein d'un corps, sur une cicatrice d'érosion qui recoupe les lits obliques (planche 6).

Des litages obliques plans biseautés, de taille inframétrique, sont également présents. Ils s'orientent selon des azimuts transverses par rapport au sens dominant, généralement vers l'Ouest, quelques-uns seulement sont dirigés vers l'Est. Ils sont les témoins de mégarides qui se forment et migrent sur le toit ou au pied des corps principaux (planche 6).

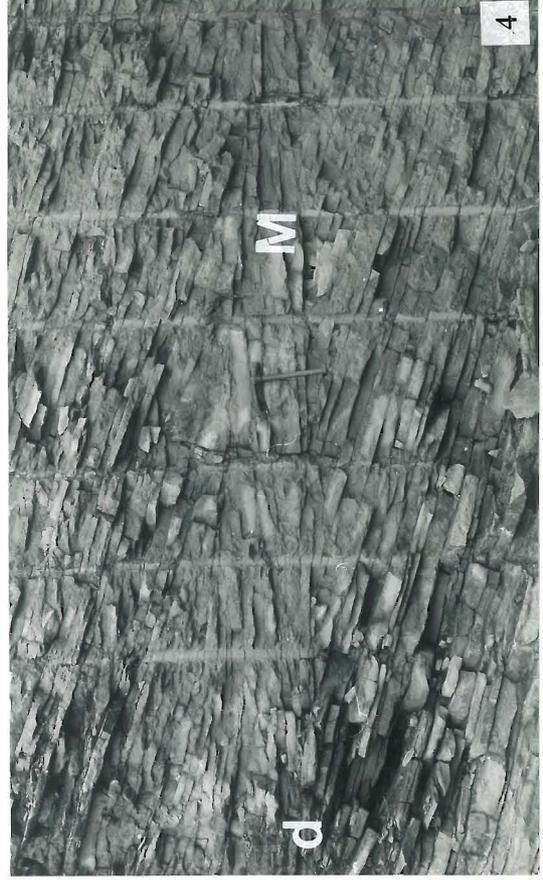
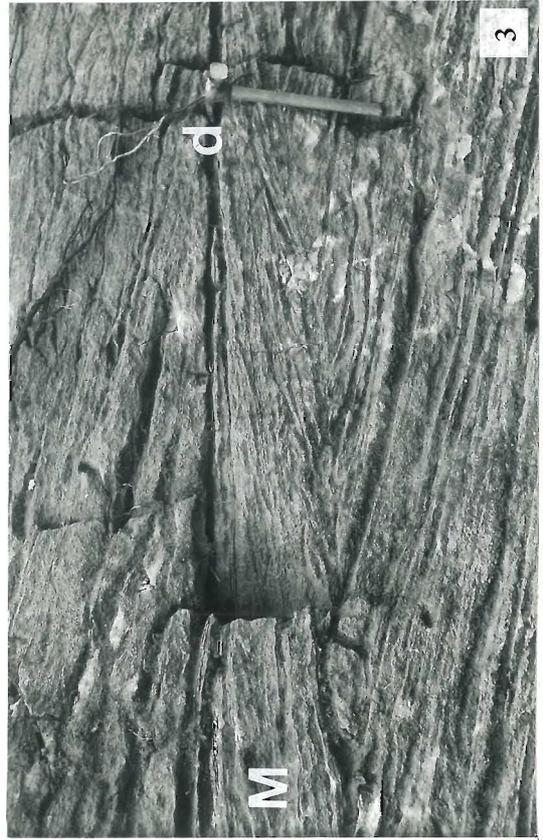
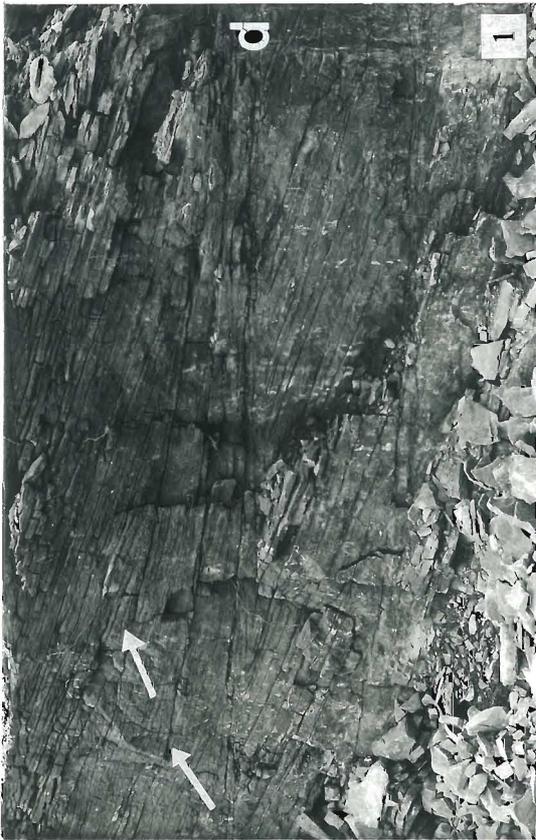
Des litages obliques arqués sont fréquents. Dans la plupart des cas, ils sont également orientés transversalement par rapport au sens de migration des corps principaux. Ce sont les témoins de la formation et de la migration de mégarides à crêtes sinueuses ou discontinues.

Les discontinuités qui limitent les corps élémentaires sont généralement planes et pratiquement horizontales (planche 6), excepté au niveau des terminaisons de corps où la pente peut atteindre 10°. Les formes reconnues à l'affleurement sont le résultat non seulement de la dynamique de mise en place mais également des érosions dues à des courants exceptionnels ou cycliques (tempêtes, écoulements laminaires de haut régime, fortes marées...). Ces érosions peuvent être liées à la migration des corps sédimentaires eux-mêmes lorsqu'ils sont juxtaposés. Néanmoins, les formes résiduelles permettent de reconnaître la géométrie originelle des corps calcarénitiques. La plupart de ces corps ont une épaisseur voisine du mètre, leur épaisseur maximale étant de 2,5 m. Cependant, une amplitude plurimétrique des corps initiaux peut être envisagée si l'on tient compte de la compaction importante (visible en microfaciès), de la dissolution le long des stylolites stratiformes (la majorité des lits est soulignée par des joints de

**Planche 6** - Corps bioclastiques et oolitiques tidaux  
de l'unité calcarénitique supérieure E de la "Pierre de Ladoix" (Callovien inférieur)  
Coupe de Ladoix-Serrigny - Buisson, carrière Morot  
(Photos M. Floquet, *in* Laville *et al.*, 1989)

1. Agencement des corps de l'unité calcarénitique supérieure. Trois corps sont visibles. Le corps supérieur, le plus épais, montre des surfaces de réactivation (flèche). Les litages obliques plans tabulaires sont orientés vers le nord. d = discontinuité sédimentaire entre deux corps superposés (hauteur du front de taille : 3,5 m)
2. Mégaride (M) à litages obliques opposés au sens général de migration, intercalée entre deux vagues sableuses superposées. La discontinuité entre les corps est nette. Des rides subordonnées (flèches) sont mises en évidence par les lits oobioclastiques d'azimut opposé à l'azimut dominant des foresets. Manche du marteau = 30 cm.
3. Détail d'une mégaride (M) à litages obliques opposés au sens général de migration. La mise en place de cette mégaride est accompagnée d'une érosion localement plus marquée des lits obliques plans des corps sous-jacents. d = discontinuité sédimentaire. Manche du marteau = 30 cm.
4. Mégaride (M) intercalée entre deux vagues sableuses à litages obliques plans tabulaires. La mégaride migre sur la discontinuité sédimentaire (d) sans provoquer d'ablation supplémentaire (comparaison avec photo 3). Manche du marteau = 30 cm.

Planche 6



résidus de dissolution sous pression) et de l'érosion sommitale qui a affecté ces corps. Il paraît ainsi raisonnable d'envisager des amplitudes de 4 à 5 m au moins pour certains des corps.

Leur extension est hectométrique à plurihectométrique (Fig. 19). D'après les observations en carrières, l'allongement maximal se fait selon la direction E-W, perpendiculairement à la direction de migration qui est N-S. En effet, de fréquents amincissements de corps, voire des disparitions, sont visibles dans les plans N-S alors que la plupart des corps conservent leur épaisseur selon les plans E-W (Fig.19).

Le sens de progradation est donné par les litages obliques plans de grande dimension, généralement dirigés vers le Nord et le Nord-Nord-Est. Les azimuts ne varient que peu, ces corps transverses ont certainement une crête rectiligne à peu sinueuse (corps 2D).

Ces caractéristiques géométriques permettent de considérer les corps calcarénitiques comme des *sand-waves* mises en place par des courants de marée très asymétriques.

b) La cartographie, la reconnaissance des directions d'épaississement, les restitutions tridimensionnelles donnent une idée de la géométrie de l'unité calcarénitique E. Alors que son épaisseur varie d'une dizaine à une quinzaine de mètres, son extension semble atteindre plusieurs kilomètres.

Les directions d'amincissement montrent qu'il s'agit d'une forme transverse, allongée perpendiculairement aux courants de mise en place, c'est-à-dire dans la direction E-W comme les *sand-waves* qui les constituent.

Les faibles variations des valeurs d'azimuts entre les différentes *sand-waves* au sein de l'unité suggèrent une forme peu sinueuse.

c) L'ensemble des faciès et des structures sédimentaires décrit est caractéristique d'une dynamique dominée par des courants tractifs pluridirectionnels associés à des courants plus violents permettant la reprise d'éléments lithifiés (lithoclastes, galets, fragments de madréporaires).

Le fait majeur est la bidirectionnalité opposée à 180° des courants responsables de la formation des lits obliques plans. Ce sont des courants **tidaux fortement asymétriques** avec un courant dominant dirigé vers le nord et un courant subordonné opposé.

L'action de courants de marée est également mise en évidence par la présence de cicatrices d'érosions au sein des corps. Il s'agit de **surfaces de réactivation** qui ont parfois une forme sigmoïde préservée, caractéristique de courants tidaux. Elles résultent du remaniement, par le courant subordonné, des derniers lits mis en place par le courant dominant.

L'action du courant subordonné permet la migration de rides sur les surfaces de réactivation. Ces rides subordonnées sont discrètes, marquées le plus souvent par l'orientation opposée des lamines bioclastiques au sein de lits pentés selon le sens dominant. Elles sont les témoins, avec les surfaces de réactivation, de ruptures cycliques dans la migration des corps. Le courant opposé est également à l'origine de la formation de mégarides qui migrent sur le toit des corps et dont quelques unes seulement sont préservées (planche 6).

Cependant, il semble que les courants de marée ne soient pas suffisamment compétents pour permettre la migration de ces grandes structures. Les études sur les plate-formes actuelles soumises à l'action des courants de marée suggèrent que le transport principal a lieu pendant des périodes où les courants tidaux sont associés à des périodes de tempêtes.

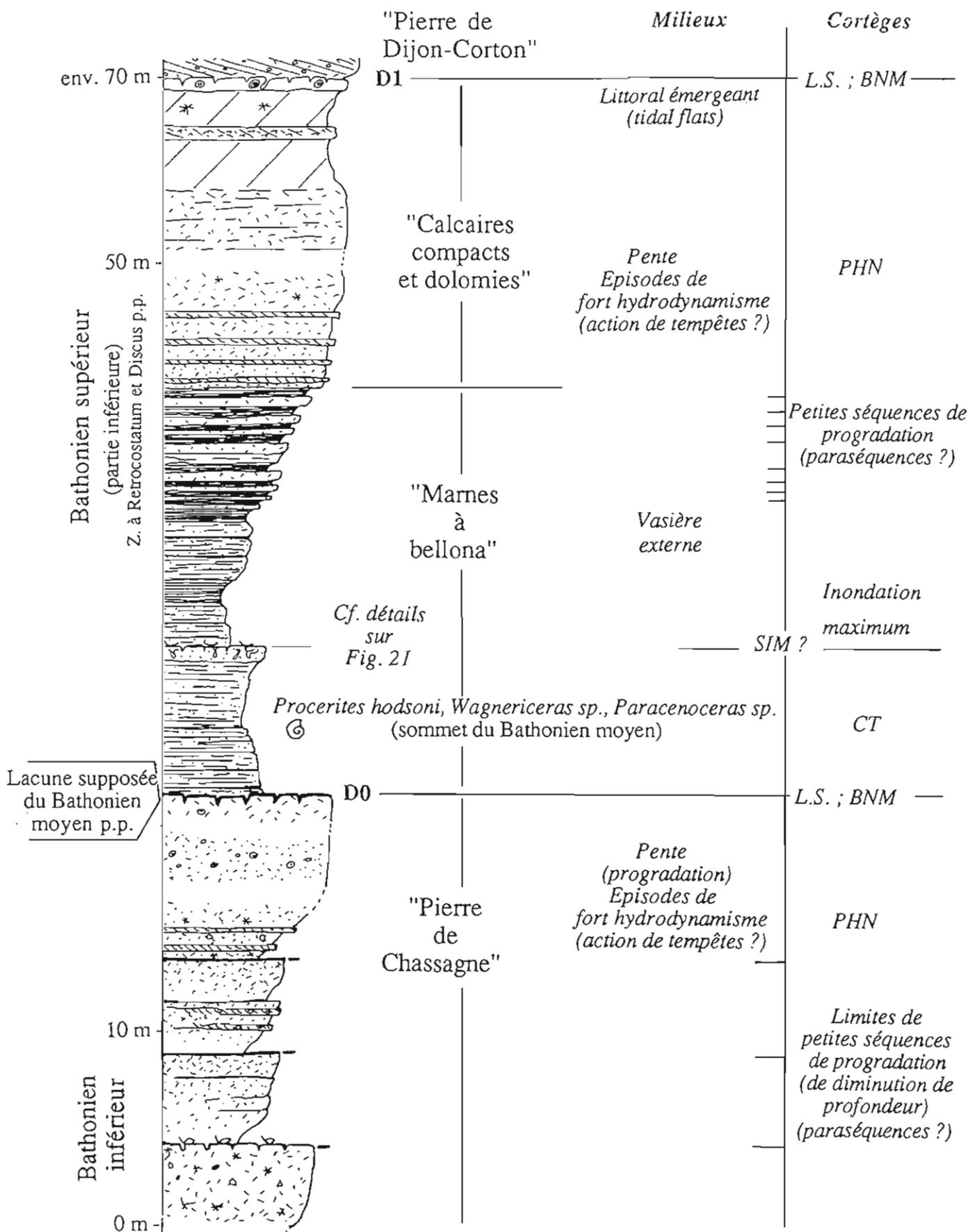


Fig. 20 - La "Pierre de Chassagne", les "Marnes à *Pholadomya bellona*", les "Calcaires compacts et dolomies" de la région de Chassagne-Montrachet à Santenay. Coupe synthétique. Série d'âge Bathonien inférieur à Bathonien supérieur. Lacune supposée du Bathonien moyen *pro-parte*. A partir des données de Pluchery (1990), modifié.

## Arrêt 4

### Chassagne-Montrachet

#### La "Pierre de Chassagne" et les "Marnes à *Pholadomya bellona*"

(M. Floquet)

Localisation : carrière au Nord-Ouest de Chassagne-Montrachet (x = 781,9 ; y = 2218,2 sur la carte IGN à 1/25000ème de Chagny 1-2).

#### DESCRIPTION (Fig. 20)

##### 1. La "Pierre de Chassagne"

Visible dans la carrière sur une épaisseur de 15 à 20 m (une quarantaine de mètres au total dans les falaises de Santenay-le-Haut), la "Pierre de Chassagne" est de nature essentiellement granulaire, à textures dominantes *packstones et grainstones*. Les faciès semblent s'organiser en 4 séquences de faciès épaisses de 3 à 9 m, à termes inférieurs dont la matrice est plutôt micritique (*wackstones-packstones*) et à termes supérieurs dont le ciment est plutôt sparitique (*packstones-grainstones*). Les grains sont surtout des bioclastes provenant d'échinodermes (entroques à ciment syntaxial et débris d'échinides), de bryozoaires fréquents, de madréporaires parfois gros, de chaetétidés, de lamellibranches (ostréidés, *Trichites...*), de brachiopodes... Tous sont roulés, usés. Ils sont souvent micritisés, parfois à un point tel qu'ils sont transformés en peloides. Certains sont sparitisés. D'autres grains sont des lithoclastes, des proto-oolites plus quelques oolites vraies.

La formation est d'aspect massif ou stratifiée en gros bancs correspondant à de petites séquences de faciès. Seuls, les *packstones-grainstones* sont bien stratifiés en bancs se biseautant latéralement. Dans les bancs, les grains sont disposés en lits obliques d'angle fort et de petite échelle, plans le plus souvent.

La formation se termine par une surface durcie, perforée et encroûtée, fortement ferruginisée. Les perforations sont remplies de dédolomite ankéritique ; elles recourent les grains précocement cimentés par un fin liseré isopaque de calcite à tendance fibreuse.



## 2. Les "Marnes à *Pholadomya bellona*"

Epaisse d'environ 20 m, cette formation est essentiellement calcaréo-argileuse et calcaire et son aspect marneux est dû à la météorisation. Fraîchement exploitée en carrière, elle apparaît très massive et de couleur gris-bleu alors qu' en affleurements anciens elle se montre plus stratifiée (succession de bancs calcaires et calcaréo-argileux) et de couleur jaune.

Les faciès dominants sont des micrites à peltoïdes, peloïdes et bioclastes provenant surtout de lamellibranches, brachiopodes, bryozoaires abondants, madréporaires, foraminifères lagénidés et lituolidés, prodissoconques... La bioturbation est nette, marquée par des terriers et des pistes. Elle est particulièrement accentuée au toit d'un banc de pelmicrite situé 7,50 m au-dessus de la surface basale. Ce banc est aussi perforé et encroûté. La macrofaune est abondante avec surtout des myacées : *Pholadomya bellona*, *P. deltoïda*, *Homomya vezelayi*, *Cercomya striata* ; des ostréidés ; des brachiopodes : *Digonella* gr. *digona*, *Cererithyris* sp., *Globirynchia* sp.. Un banc, situé à 3,50 m au-dessus de la surface basale, a fourni quelques ammonites : *Procerites hodsoni*, *Wagnericeras* sp., *Paracenceras* sp. qui sont rattachées à la sous-zone à Hodsoni (Morrisi), horizon à Wagnericeras, de la fin du Bathonien moyen.

La partie supérieure de la formation montre davantage de bancs calcaires en disposition stratocroissante alors que les interbancs marneux perdent de la puissance. Ces bancs sont des *wackestones-packstones*, voire des *packstones-grainstones* compactés, par enrichissement en bioclastes et apparition de sparite vers le haut. Les bioclastes proviennent surtout de bryozoaires, échinodermes (entroques), lamellibranches. Des oncoïdes à *Nubecularia* (*idem* les "oncolites cannabines") sont fréquents. Les lithoclastes sont abondants.

Le cortège argileux (Fig. 21) est surtout constitué d'illite et d'interstratifiés illite-smectite avec une dérive vers le pôle smectitique au milieu de la formation. La fraction terrigène comprend aussi de petits quartz anguleux.

## 3. Les "Calcaires compacts et dolomies"

En transition, par carbonatation et granocroissance, viennent 5 à 6 m de *packstones-grainstones* en bancs compacts à litages obliques plans, à figures de rides (houle). Ce sont des pelbiosparites-biopelsparites à bryozoaires, lamellibranches, débris de crinoïdes, foraminifères benthiques, madréporaires, proto-oolites et oolites... Ces faciès deviennent dolomitiques vers le haut pour constituer une véritable formation de dolomite pulvérulente, autrefois exploitée en carrières au bord du plateau au-dessus de Santenay. Des faciès non dolomitisés se révèlent être des *grainstones-rudstones* à lithoclastes et bioclastes dont de gros madréporaires sparitisés. Après 20 à 25 m de tels faciès vient un banc épais de 50 cm de micrite *wackestone* à petits oncolites et lithoclastes, avec traces de passages de racines et nodulisation débutante d'origine

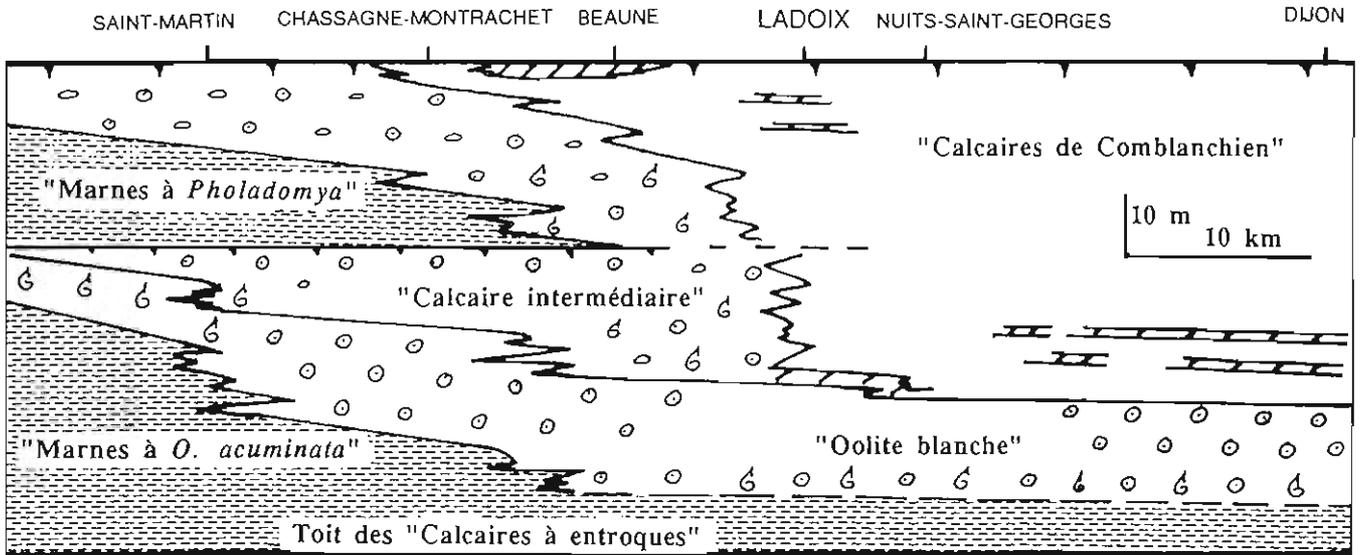


Fig. 22 - Profil schématique montrant les changements latéraux de faciès le long de la "Côte bourguignonne". Noter le développement d'une séquence supplémentaire vers la bordure sud-ouest de la plate-forme. Selon B.H. Purser.

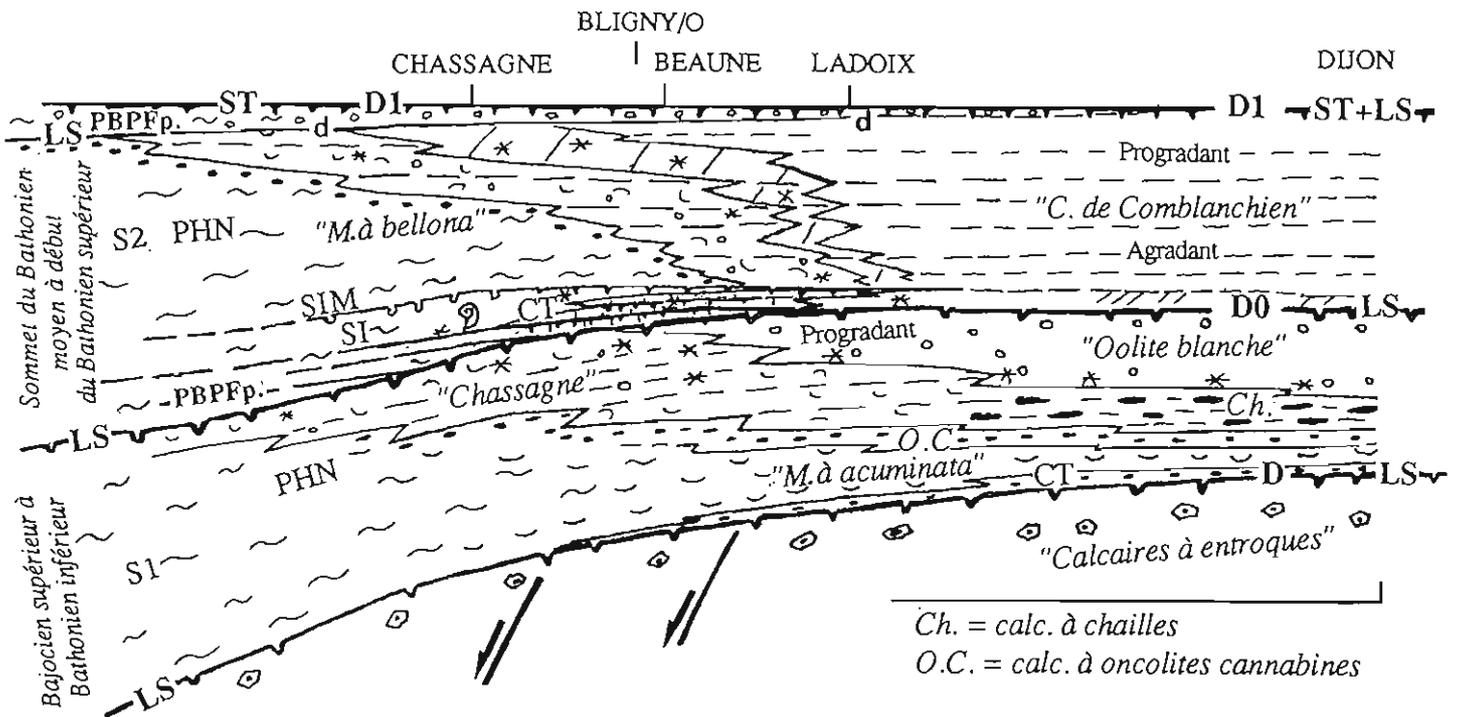


Fig. 23 - "Depositional sequences" dites S1 et S2 dans la série d'âge Bajocien supérieur à Bathonien supérieur *pro parte* le long de la "Côte bourguignonne".  
 LS : limite de séquence, PBPFp. : prisme de bordure de plate-forme proximale, CT : cortège transgressif, SIM : surface d'inondation maximum, PHN : prisme sédimentaire régressif de remblayage de haut niveau marin relatif. Selon M. Floquet.

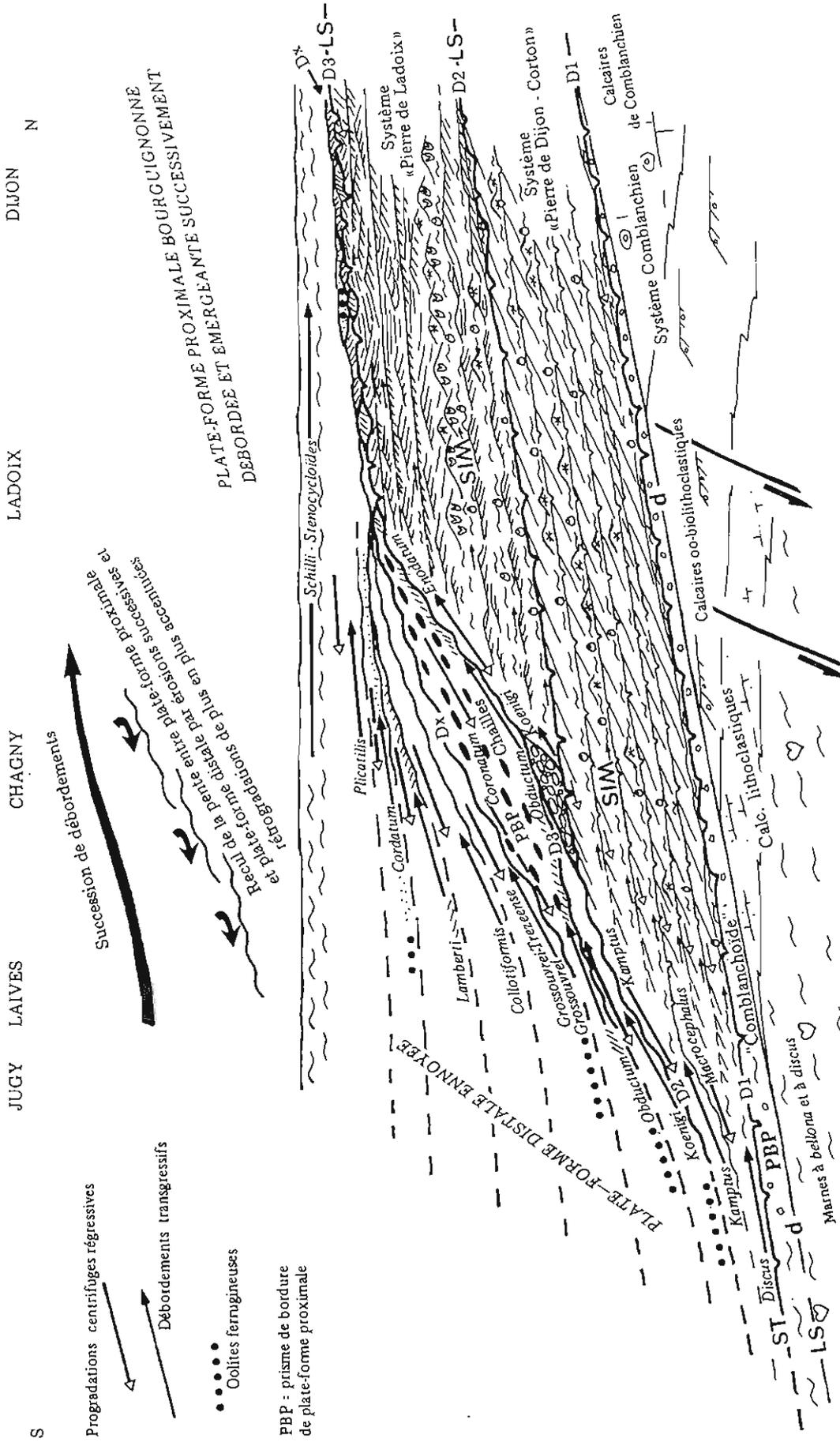


Fig. 24 - Séquences de dépôt dans la série d'âge Bathonien supérieur à Oxfordien entre la plate-forme proximale et plate-forme distale le long de la "Côte bourguignonne". Séquences à tendance rétrogradante au Bathonien supérieur-Callovien inférieur ; prisme de bordure de plate-forme proximale au Callovien moyen ; séquences d'envoyage de plate-forme de plate-forme du Callovien moyen-supérieur à l'Oxfordien moyen (oolites ferrugineuses). La pente entre plate-forme proximale et plate-forme distale est très exagérée : elle n'aurait pas dépassé 1 degré en réalité ; son origine est probablement structurale. D'après Floquet *et al.* (1989), modifié.

pédogénétique, juste sous sa surface qui est durcie, perforée, encroûtée. Ce banc présente des caractères typiques des "Calcaires de Comblanchien" ou des faciès "comblanchoïdes" sous faciès "boueux". Par-dessus, viennent les calcarénites oobioclastiques de la "Pierre de Dijon-Corton".

### **INTERPRETATION : milieux de dépôt, cortèges sédimentaires et "*depositional sequence*"**

La "**Pierre de Chassagne**" est considérée comme étant un équivalent latéral de l'"Oolite blanche". Son milieu de dépôt est cependant plus ouvert d'après la nature des organismes, plus externe et en contrebas des platiers oolitiques (rareté des oolites bien formées, quelques proto-oolites). Le milieu, approfondi par rapport à celui de l'"Oolite blanche", est probablement proche d'aires à bioconstructions (fréquence des madréporaires, chaetétidés, bryozoaires) et à dépôt de micrite (séquences de faciès). Cette "Pierre de Chassagne" formerait un cortège régressif par remblayage de haut niveau marin relatif, d'âge Bathonien inférieur, à la transition entre plate-forme proximale et plate-forme distale, d'une "*depositional sequence*" dite S1 (Fig. 23 et 44) d'âge Bajocien supérieur à Bathonien inférieur. La surface de troncature sommitale est considérée comme étant D0, la même que celle qui sépare "Oolite blanche" et "Calcaires de Comblanchien" dans la région de Dijon (coupe de Plombières-les-Dijon, 1ère journée, arrêt 1) : elle représenterait la limite supérieure de cette séquence S1.

Les "**Marnes à *Pholadomya bellona***" traduisent un milieu de dépôt ouvert, distal, de vasière externe. Ce milieu serait latéral - en partie - à celui, littoral, où se sont déposés les "Calcaires de Comblanchien", la transition entre ces deux milieux étant située dans la région de Beaune (Fig. 22). La partie inférieure de la formation, sous la surface perforée située 7,50 m au-dessus de D0, est considérée comme formant en partie un prisme de bordure de plate-forme proximale et en partie un cortège transgressif lorsque le rebord de la plate-forme proximale, dans la région beaunoise, est ennoyé (Fig. 23). La surface elle-même représenterait l'inondation maximale (SIM sur Fig. 20 et 23). La partie supérieure des marnes constituerait la première partie du cortège de haut niveau relatif ; les **calcaires compacts et dolomies**, le banc calcaire à faciès "Calcaires de Comblanchien" ou "comblanchoïdes" en formant la partie supérieure, la plus régressive. Le tout constitue une grande "*depositional sequence*" dite S2 (Fig. 23 et 44). Alors que les ammonites datent la base des "Marnes" du sommet du Bathonien moyen (Pluchery, 1990), d'autres ammonites en d'autres coupes (Moissenet, 1972) datent le sommet des "Marnes" du début du Bathonien supérieur (zones à *Retrocostatum* et à *Discus pro parte*).

## 2ème JOURNEE

### Formations d'âge Bathonien à Callovien entre les vallées de la Marne et de l'Yonne

- . Arrêts 1 : Chaumont, routes de Langres, Chamarande, Troyes
- . Arrêts 2 : Châtillon-sur-Seine, carrières de Roche et des Dalles
- . Arrêts 3 : Montbard, route de Laignes, Cry-sur-Armançon
- . Arrêts 4 : Grimault, Massangis
- . Arrêts 5 : Vézelay-Voutenay

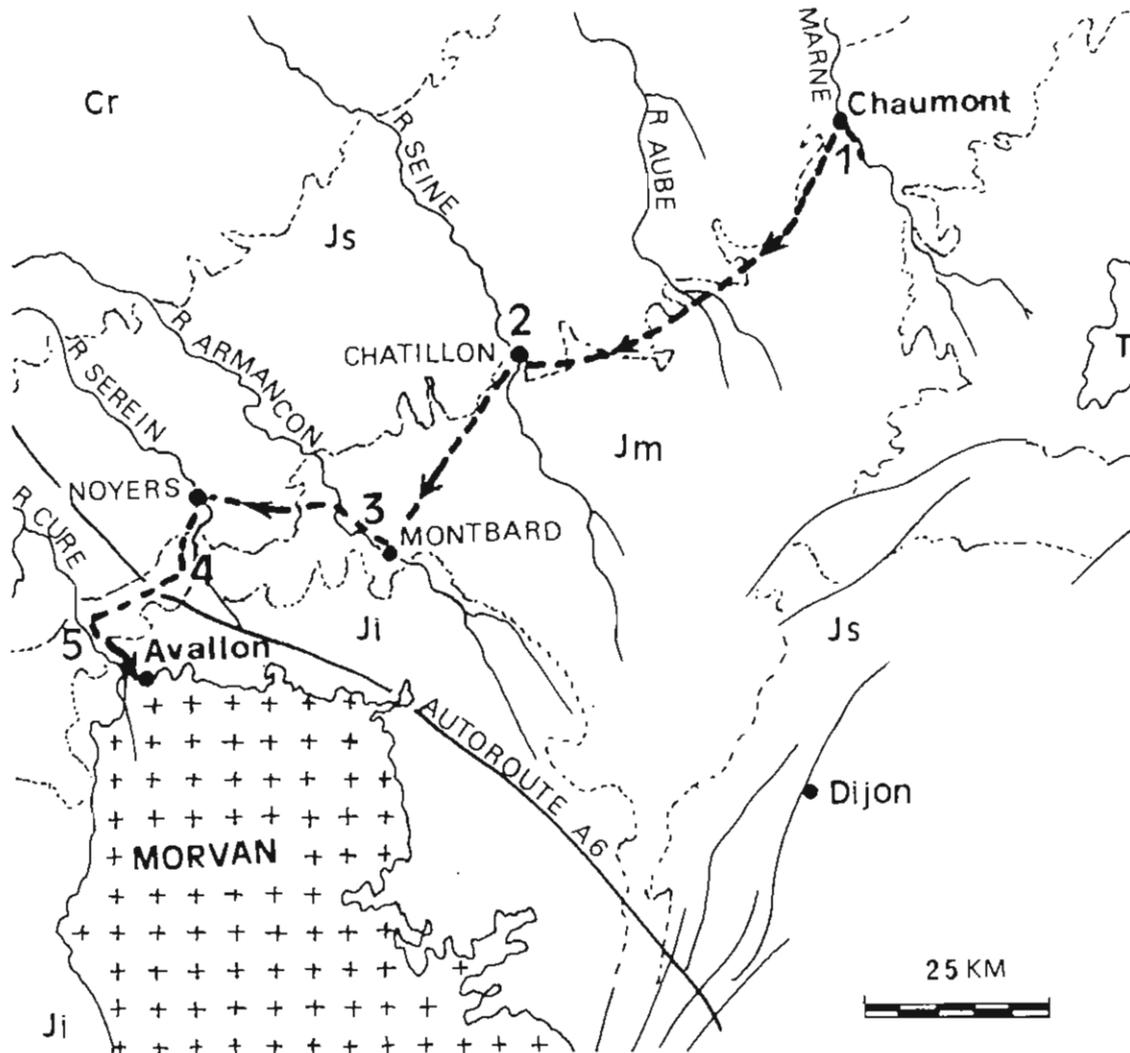


Fig. 25 - Localisation des affleurements visités entre les vallées de la Marne et de l'Yonne

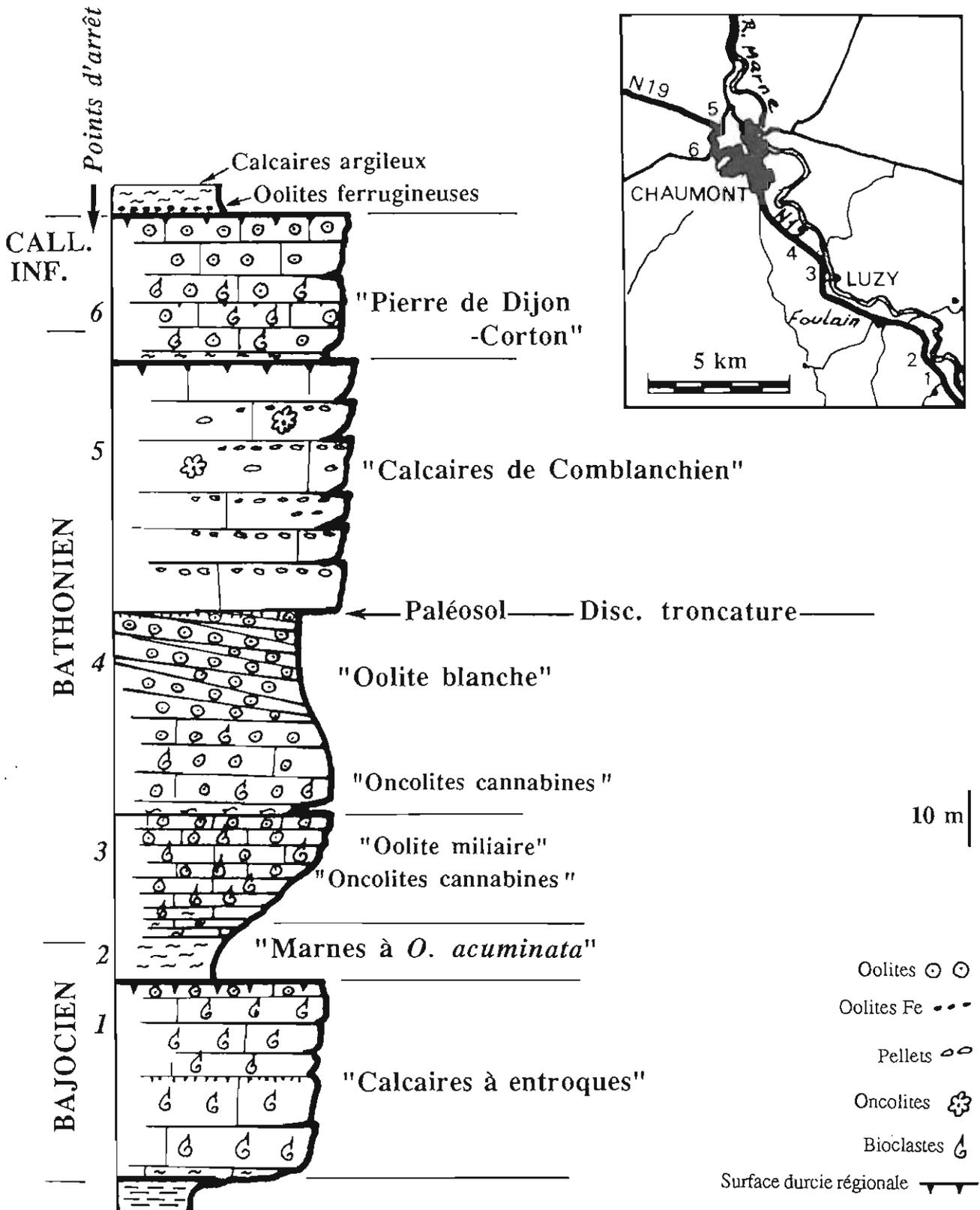


Fig. 26 - Coupe de la vallée de la Marne à Chaumont.

## Arrêts 1

### Vallée de la Marne à Chaumont

(B. H. Purser)

Une série d'affleurements de bonne qualité permet d'examiner la quasi-totalité des formations d'âge Jurassique moyen (Fig. 25 et 26) :

- **Point 1** : les "Calcaire à entroques" sont surtout composés de débris de coraux lamellaires et de crinoïdes (entroques).

- **Point 2** : les "Marnes à *Ostrea acuminata*" transgressives sur la surface terminale de la séquence "bajocienne", comportent des ammonites en plus des lamellibranches. Elles sont assez riches en matière organique.

- **Point 3** : la base de l'"Oolite blanche", localement riche en "oncolites cannabines", c'est à dire en concrétions millimétriques construites par des foraminifères (*Nubecularia*) et des bryozoaires. Sur le plan diagénétique, ce *grainstone* montre de nombreux stylolithes et l'ensemble est fortement compacté lors de la diagenèse tardive, de sorte que la roche est très dense.

- **Point 4** : un affleurement spectaculaire montre la partie supérieure de l'"Oolite blanche" limitée à son sommet par un paléosol. Le litage incliné de l'"Oolite blanche" exprimerait la structure interne d'une dune sous-aquatique, localement émergée. L'"Oolite blanche", affectée par une diagenèse précoce, ne montre aucune trace de stylolitisation et le calcaire est très friable.

- **Point 5** : la grande carrière située au Nord-Ouest de Chaumont montre la majeure partie des "Calcaires de Comblanchien" qui, ici épais de 45 m environ, comportent deux niveaux à "*beach rocks*" poreux.

- **Point 6** : falaise en bord de route, à la sortie de la ville vers Auxerre, montrant le contact "Calcaires de Comblanchien"- "Pierre de Dijon-Corton". Le haut, des "Calcaires de Comblanchien" montre deux surfaces durcies et une forte bioturbation. La "Pierre de Dijon-Corton" est composée presque entièrement de *grainstones* oolitiques (Fig. 28). Ces sables carbonatés évoluent vers le haut et latéralement vers la vallée de la Seine en faciès plus micritiques, localement riches en oncolites, typiques d'un milieu de plate-forme proximale.

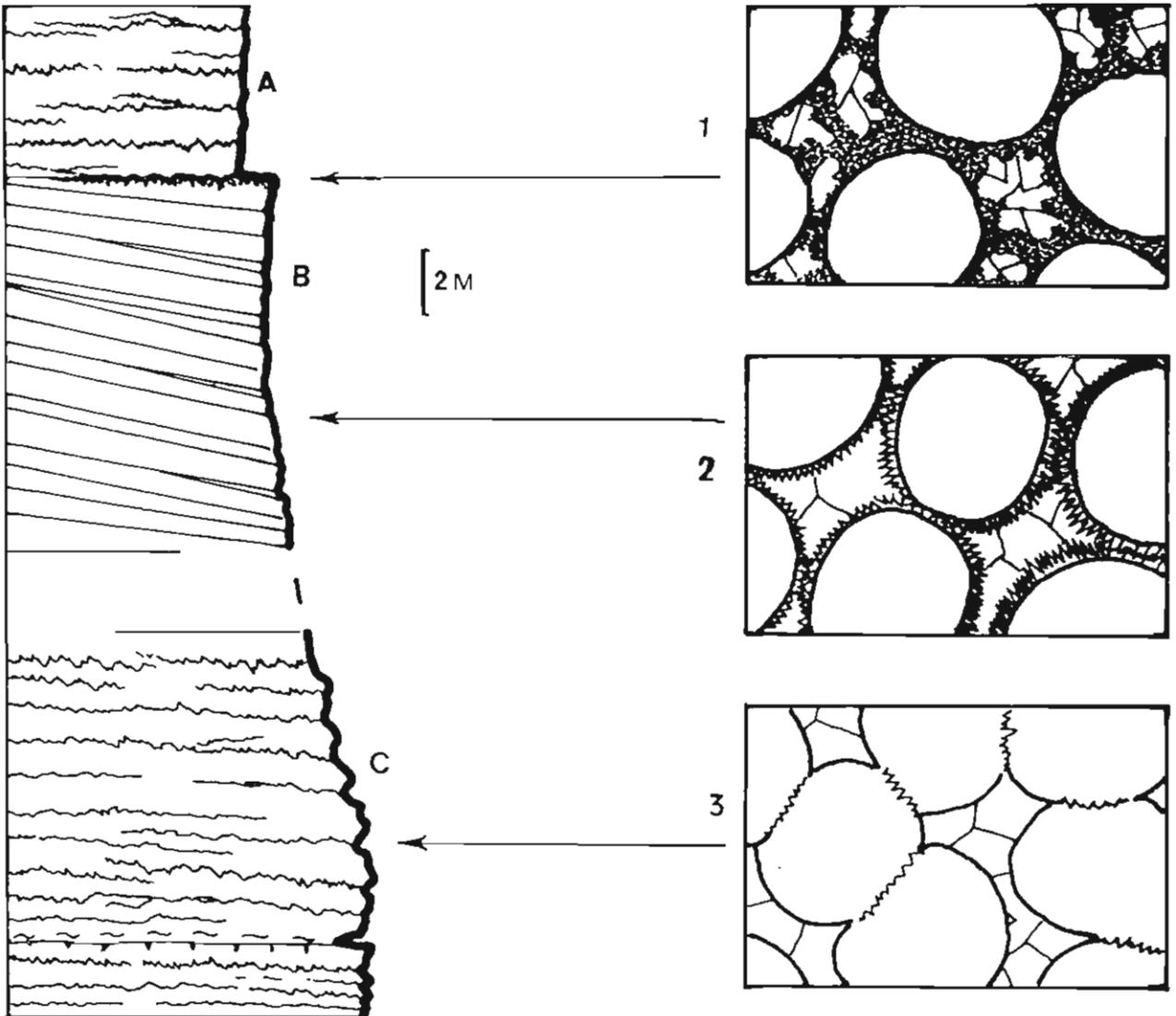
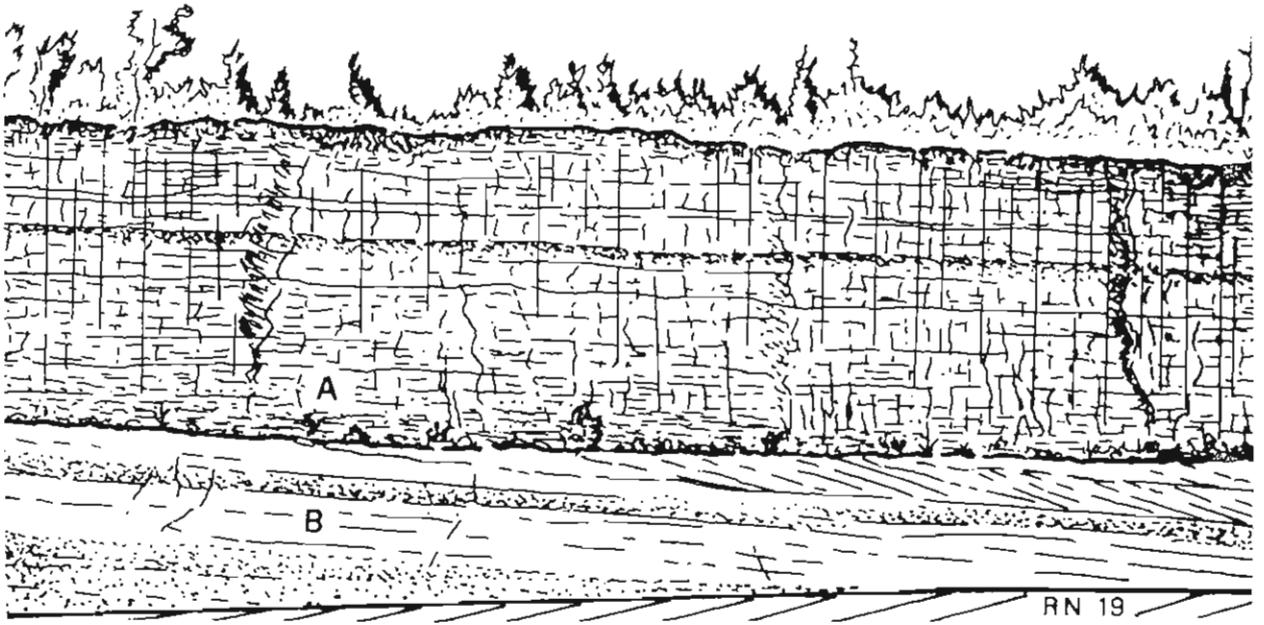


Fig. 27 - Rapports entre la diagenèse précoce et tardive dans l'"Oolite blanche" au point 4, 5 km au Sud de Chaumont (RN 19).

## **La diagenèse affectant la partie sommitale de l'"Oolite blanche" dans la Vallée de la Marne (point 4)**

**Dessin de terrain :** l'"Oolite blanche" (B) est limitée par un paléosol (palier) avec lignite, sur lequel reposent les "Calcaires de Comblanchien" (falaise) (Fig. 27).

### ***Diagenèse :***

**A-** "Calcaires de Comblanchien", fortement stylolisés et denses.

**B-** Sommet de l'"Oolite blanche", très friable et sans stylolithe. Les calcaires situés directement en dessous du paléosol montrent de nombreuses traces d'une diagenèse non marine d'âge Bathonien : structure alvéolaire (dessin 1), calcrète, dissolution et forte micritisation des oolites, etc... (voir planche 7). Cette zone de diagenèse subaérienne recouvre plusieurs mètres d'oolites comportant une cimentation fibreuse isopaque, typique d'un milieu phréatique marin.

**C-** La partie médiane de l'"Oolite blanche" montre de nombreux stylolithes et une forte compaction des oolites. La roche est très dense. Il n'y a aucune trace de diagenèse précoce et une sparite tardive (post-compactionnelle) cimente les vides résiduels (dessin).

Les phénomènes de stylolisation et de compaction tardive n'affectent qu'une partie de la série oolitique ; la zone affectée par une diagenèse précoce est indemne. Il semblerait donc que la cimentation précoce (avant les contraintes de pression) réduise (ou même empêche totalement) la compaction tardive. Ainsi, cette cimentation précoce, bien que réduisant la porosité initiale de la roche, protège cette roche contre une cimentation tardive lors de son enfouissement.

**Planche 7** - Partie sommitale de l'"Oolite blanche" à Chaumont (Point 4)  
et les phases diagénétiques associées.

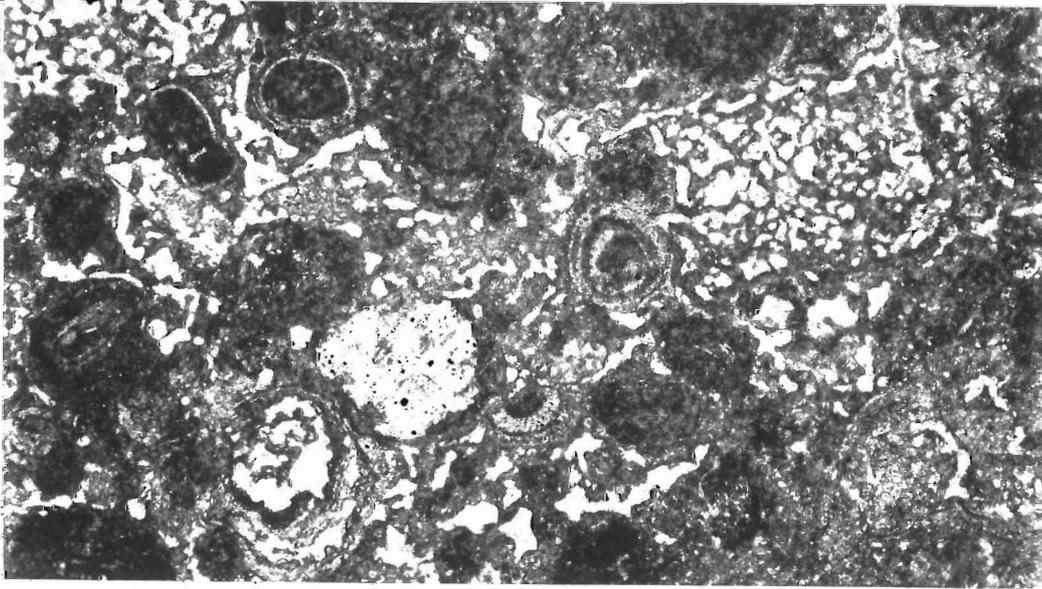
**A-** Paléosol au sommet de l'"Oolite blanche" montrant une structure alvéolaire typique d'une pédogenèse. Noter également la dissolution et la forte micritisation des oolites.

**B-** A environ 5 m en dessous de la surface sommitale (paléosol), les oolites, fortement micritisées, sont cimentées par une mince couche de calcite isopaque (flèches) dont la structure fibreuse implique une origine marine. Le ciment est donc formé soit avant l'émersion, soit dans la nappe phréatique durant l'émersion au Bathonien. Noter l'absence totale de compaction.

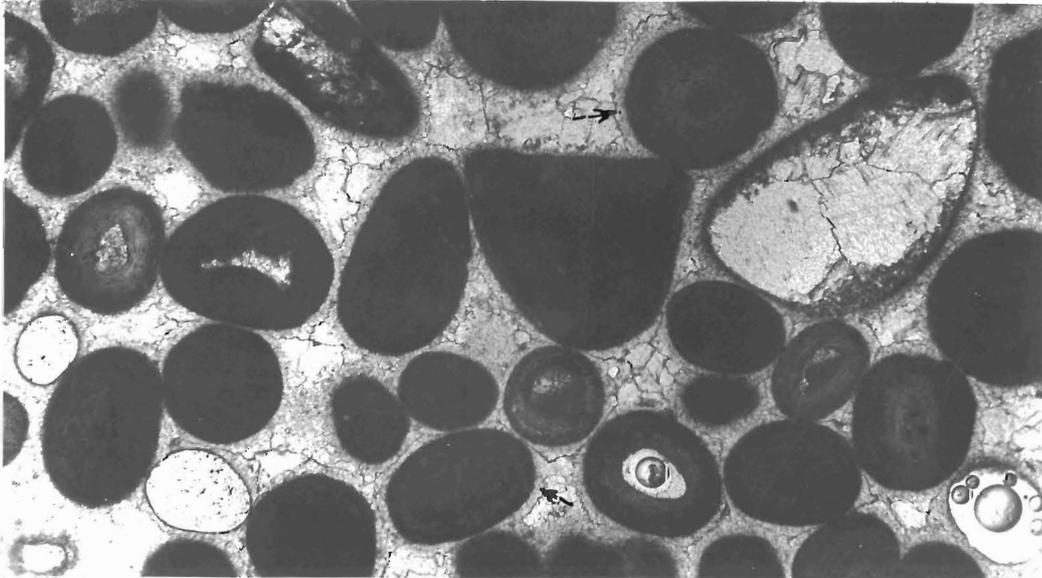
**C-** Dans la partie médiane et inférieure de l'"Oolite blanche" (Point 3), les particules sont fortement compactées et cimentées par une sparite tardive. Il semblerait que la zone affectée par une lithification précoce a résisté à la compaction tardive, gardant une partie de sa porosité initiale ; inversement, la zone non lithifiée, et donc enfouie à l'état meuble, a par la suite encaissé une forte compaction tardive.

Planche 7

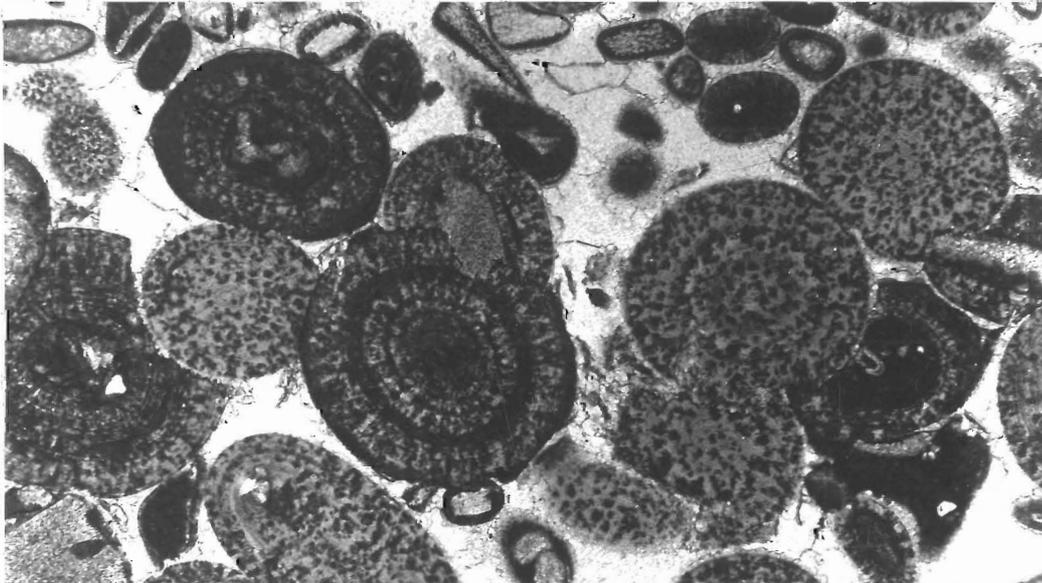
A



B



C



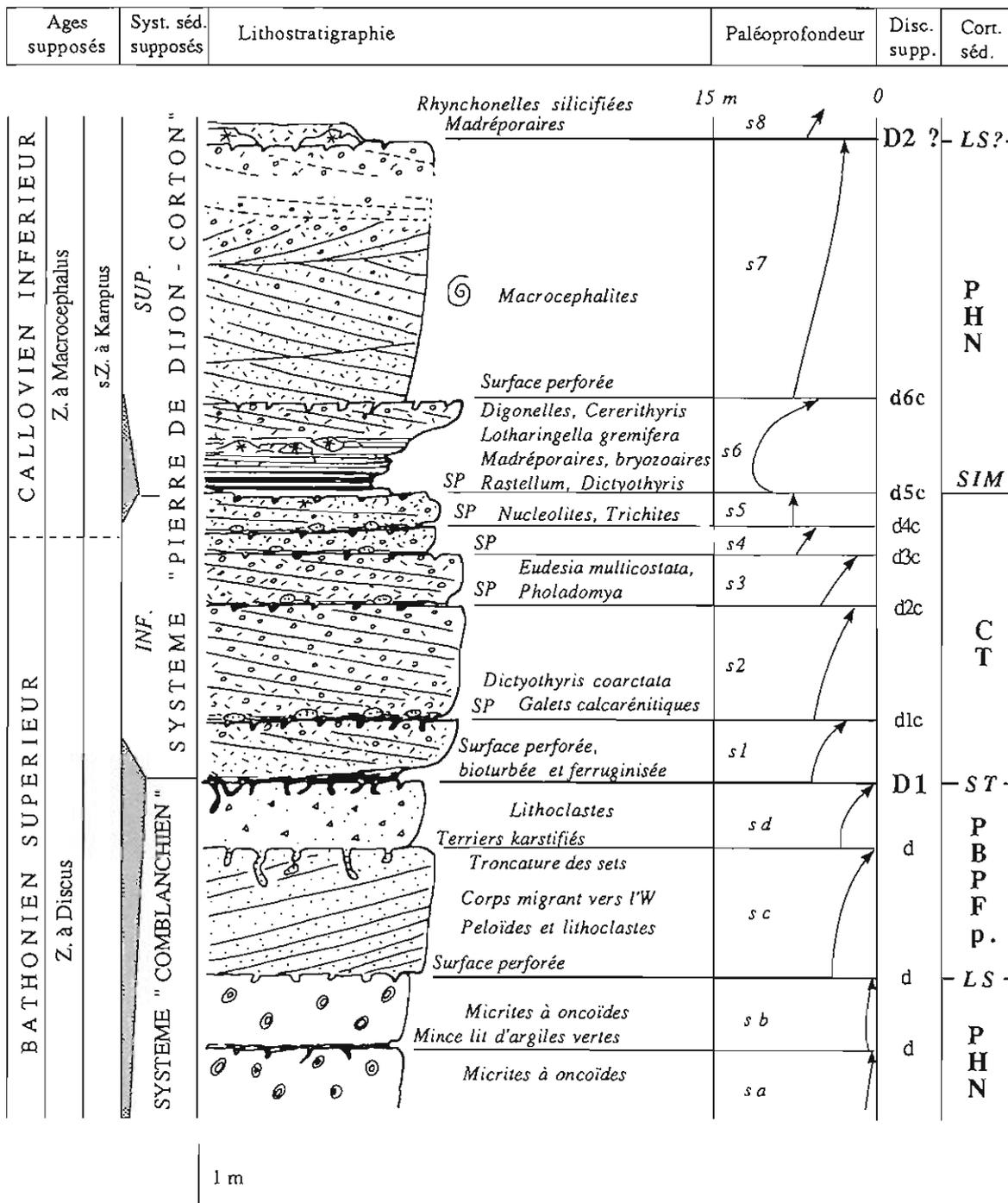


Fig. 28 - Le toit des "Calcaires de Comblanchien", les faciès "comblanchoïdes" et le système "Pierre de Dijon-Corton" à Chaumont.  
Faciès, séquences et milieux de dépôt, cortèges sédimentaires.  
Coupe de bordure de la route de Châtillon-sur-Seine - Auxerre à la sortie de Chaumont.  
D'après Floquet *et al.* (1989) et Javaux (1991).

## La "Pierre de Dijon-Corton" à Chaumont (point 6)

(C. Javaux et M. Floquet)

Localisation : tranchée de bord de route (D 65) à l'entrée ouest de Chaumont (x = 806,5 ; y = 349,5 sur la carte IGN à 1.25000ème de Chaumont n° 5-6).

Intérêt : les "Calcaires de Comblanchien" présentent à leur sommet des faciès "comblanchoïdes", comme à Buffon, sur la bordure ouest de la plate-forme. La "Pierre de Dijon-Corton" s'organise de la même façon qu'à Ladoix-Serrigny.

### 1. Le toit du système "Comblanchien"

#### - Description

Les 5 mètres sommitaux du système, seuls visibles, s'organisent en 4 séquences de dépôt notées sa, sb, sc et sd (Fig. 28).

. Les séquences sa et sb sont constituées de calcaires micritiques à *bird's eyes*, oncolites, et séparées par une surface bioturbée surmontée d'un mince lit d'argiles vertes.

. Les séquences sc et sd se caractérisent par leurs faciès granulaires, à texture *packstone* à *grainstone*, à lithoclastes micritiques, à bioclastes roulés et micritisés. Le faciès de sc est une pelsparite, celui de sd, une litho-pelsparite. Les calcarénites de la séquence sc s'organisent en lits obliques d'angle voisin de 10°, caractérisant un corps sédimentaire migrant vers l'Ouest. Des cavités affectent ce sédiment granulaire sur près d'un mètre. Le remplissage est une micrite argileuse à bioclastes, pétrie de fragments du sédiment environnant, ainsi que de lithoclastes provenant de la séquence sus-jacente. Les cavités verticales, à parois régulières qui affectent le toit de la séquence sd sont de plus petite taille. Elles ne dépassent pas 10 cm de hauteur et 8 mm de largeur. Elles sont remplies soit de marnes identiques à celles de la séquence sus-jacente, soit de sparite légèrement ferrugineuse.

#### - Interprétation : milieux de dépôt

Les séquences sa et sb présentent des faciès de milieu calme, littoral, soumis à de fréquentes émergences, semblables aux faciès boueux *sensu* Purser (1975) typiques des "Calcaires de Comblanchien", formés en milieu subtidal à supratidal.

Les séquences sc et sd présentent par contre des faciès de milieu subtidal à fort hydrodynamisme. Les cavités qui affectent le toit de séquence sd semblent résulter de

phénomènes de karstification. Elles sont aussi semblables à celles appelées "*subvertical tubular fenestrae*" ou "*pseudo-fenestrae*" par Esteban et Klappa (1983, p. 187, Fig. 22). Même si ces figures ne constituent pas à elles-seules une preuve d'émersion, elles sont fréquemment décrites dans des milieux supratidaux, anciens et modernes.

La surface de discontinuité au toit de la séquence sd est interprétée comme étant la discontinuité D1, car les marnes sus-jacentes renferment des faunes typiques du système "Pierre de Dijon-Corton".

## 2. La "Pierre de Dijon-Corton"

### a. Partie inférieure

#### - Description

D'une épaisseur de 4,5 m et à dominante oolitique et bioclastique, elle s'organise en 5 séquences de dépôt - s1 à s5 (Fig. 28). Les séquences sont séparées par des surfaces perforées - d1c à d5c - fréquemment soulignées par un niveau de remaniement constitué de galets calcarénitiques parfois perforés et de fragments roulés de madréporaires, de taille centimétrique à décimétrique.

. Seule la séquence s1 présente un terme inférieur légèrement argileux. Son terme supérieur est de nature oo-biosparitique.

. La séquence s2 renferme *Dictyothyris coarctata*. Totalement calcarénitique, oolitique et bioclastique sur 1,80 m d'épaisseur, cette séquence aurait une épaisseur décompactée d'environ 2,50 m.

. La séquence s3 renferme à sa base *Eudesia multicosata*. Son épaisseur n'est que de 80 cm.

. Les séquences s4 et s5 diminuent encore d'épaisseur et leurs faciès s'appauvrissent en oolites, pour s'enrichir en bioclastes et micrite.

#### - Interprétation : âge et milieux de dépôt

*Dictyothyris coarctata* et *Eudesia multicosata* sont datés du Bathonien supérieur.

Les faciès oo-biosparitiques des séquences s1 et s2 indiquent un milieu très proximal, alors que les faciès des séquences s3, s4 et s5, passant d'oo-biosparites à des bio-pelmicrites, traduisent le passage à un milieu plus distal.

## ***b. Partie supérieure***

### *- Description*

Les 5,5 m supérieurs de la coupe s'organisent en 3 séquences de dépôt, s6, s7 et s8 (Fig. 28).

. La séquence s6 est composée d'une alternance de biomicrites et de marnes, puis de micrites à madréporaires en biohermes de hauteur métrique, à bryozoaires, *Rastellum*, *Dictyothyris*, avec *Lotharingella gremifera* et *Cererithyris* au sommet, enfin de calcarénites oo-bioclastiques à litages obliques. La séquence est coiffée par une surface perforée qui tronque les lits obliques.

. La séquence s7, épaisse de près de 4 m, est totalement calcarénitique, d'abord biopelclastique puis oo-biosparitique. Les calcarénites sont organisées en lits obliques d'épaisseur décimétrique migrant tantôt vers l'Est, tantôt vers le Sud-Ouest. Elles renferment *Macrocephalites*. Les calcarénites sommitales sont bioturbées et perforées, à bioclastes dissous et remplis par de la kaolinite de néogène.

. La coupe se termine par 20 cm de biomicrites bioturbées à rhynchonelles silicifiées et à madréporaires perforés et recristallisés. Ces faciès constitueraient la base d'une nouvelle séquence de dépôt (s8).

### *- Interprétation : milieux de dépôt*

L'abondance des madréporaires sous forme de biohermes métriques ainsi que la nature de la faune accompagnante permettrait de corréler la séquence s6 de cette coupe avec la séquence s6 de Ladoix. L'approfondissement permettant le dépôt de cette séquence serait voisin, en comparaison avec Ladoix-Serrigny, de 8-10 m.

L'épaisseur décompactée de la séquence s7 serait d'environ 5 m, de sorte qu'un épaissement de la tranche d'eau d'une valeur voisine aurait suffi à sa formation. Cet épaissement est du même ordre que celui supposé nécessaire pour le dépôt de la séquence s7 de Ladoix-Serrigny.

## **3. Cortèges sédimentaires**

L'épaissement de la tranche d'eau mis en évidence au toit des "Calcaires de Comblanchien", plus la tendance à l'ouverture du milieu marin - ouverture aussi notée à Ladoix-Serrigny, dans les derniers mètres sous la surface de la discontinuité D1 (Fig. 12) - indiquent que les 2 séquences sc et sd (paraséquences) à faciès "comblanchoïdes", seraient ainsi

de nature rétrogradante. Le caractère rétrogradant des calcaires "comblanchoïdes", leur localisation à la périphérie de la plate-forme pariso-bourguignonne, leur réduction voire leur absence au centre de la plate-forme, en font un prisme de bordure de plate-forme proximale (PBPFp. sur Fig. 28). La formation de ce prisme serait liée à un bas niveau marin associé à une limite de "*depositional sequence*" (LS sur Fig. 28) placée au toit des "Calcaires de comblanchien" *sensu stricto* du système "Comblanchien".

La surface associée à la discontinuité D1 correspondrait à une surface de transgression.

Les épaisissements de la tranche d'eau qui s'effectuent à la base des séquences s1 à s5 du système "Pierre de Dijon-Corton" sont faibles, tout en tendant à augmenter de s1 à s5 (de 2 à 5 m?). L'épaisissement majeur de la tranche d'eau s'effectue au delà de la discontinuité d5c (8 à 10 m). Les séquences s1 à s5 constitueraient le cortège transgressif (CT). Les séquences s6 et s7 formeraient le cortège de haut niveau marin relatif non stabilisé (PHN sur Fig. 28). La surface d'inondation maximum (SIM) serait à placer à la base de la séquence s6.

Prisme de bordure de plate-forme au toit du système "Comblanchien", cortège transgressif et prisme sédimentaire de haut niveau marin relatif du système "Pierre de Dijon-Corton" formeraient la "*depositional sequence*" dite S3 (Fig. 24 et 44) déjà décrite à Ladoix-Serrigny.

### **En conclusion à la coupe de Chaumont**

Comme à Ladoix-Serrigny, les sédiments de la coupe de Chaumont se mettent en place dans un contexte d'élévation générale du niveau marin. Néanmoins, la tendance à l'épaisissement de la tranche d'eau pressentie avec les faciès "comblanchoïdes" au toit des "Calcaires de Comblanchien" à Ladoix-Serrigny est nettement sensible à Chaumont, où les faciès sont plus épais et acquièrent un caractère plus distal. L'apparition de tels faciès correspondrait à une accélération de la vitesse d'approfondissement en relation avec une position paléogéographique plus externe.

Le même raisonnement pourrait s'appliquer pour le sommet de la partie inférieure de la "Pierre de Dijon-Corton". En effet, une légère tendance à l'augmentation de la tranche d'eau n'est que décelée à ce niveau à Ladoix-Serrigny, alors qu'elle est bien marquée à Chaumont.

## Arrêts 2

### Châtillon-sur-Seine - Etrochey

#### Les "Calcaires à rhynchonelles" et les "Calcaires à madréporaires" d'Etrochey

(C. Javaux et M. Floquet)

Localisation : les "Calcaires à rhynchonelles" et les "Calcaires à madréporaires" affleurent autour du village d'Etrochey, dans les carrières de Roche ( $x = 763,5$  ;  $y = 323,05$  sur la carte IGN à 1.25000ème de Les Riceys n°7-8) et des Dalles ( $x = 763,2$  ;  $y = 322,8$  sur la carte IGN à 1.25000ème de Les Riceys n°7-8).

#### 1. Les "Calcaires à rhynchonelles" : carrière de Roche (Fig. 29)

##### - Séquences de dépôt :

Les "Calcaires à rhynchonelles" de la carrière de Roche semblent s'organiser en séquences de dépôt repérables en fonction des contacts entre 2 sédiments différents (biomicrite sur pel-biomicrite), de la répartition différentielle des rhynchonelles, oncoïdes et madréporaires, de la concentration de dissolutions au toit des bancs.

Ils s'organiseraient ainsi vraisemblablement en 5 séquences de dépôt (s1 à s5), à matrice micritique, à fragments de madréporaires, oncoïdes et rhynchonelles. La plus complète des 5 séquences, s3, est composée de :

- \* biomicrite et bio-pelmicrite à madréporaires fragmentés, en partie dissous et ferruginisés, accompagnés de rhynchonelles dont le remplissage calcitique sparitique est en partie lui-aussi dissous, dolomitisé et ferruginisé,

- \* micrite à oncoïdes centimétriques à pluri-centimétriques (planche 8, photo A), avec quelques gros fragments de madréporaires pluri-centimétriques, oolites, peloïdes de type proto-oolites,

- \* pel-oobiosparite ou pel-oobiomicrite reposant de manière érosive sur les micrites sous-jacentes.

Au sein de cette séquence, il y a un antagonisme visible entre rhynchonelles et oncoïdes : les rhynchonelles abondent à la base des séquences (planche 8, photo B), alors que les oncoïdes sont surtout réparties au sommet des séquences (planche 8, photo C).

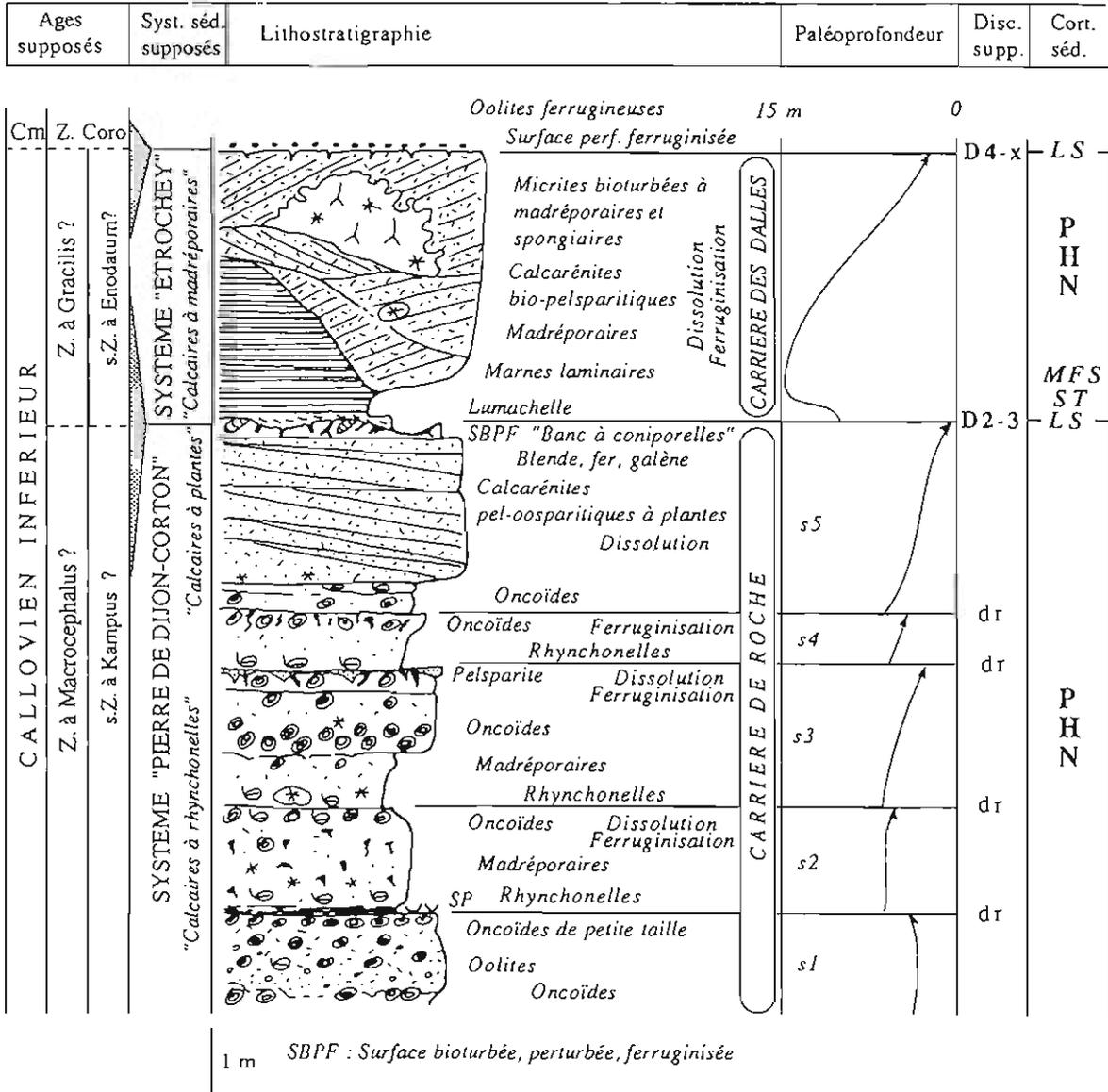


Fig. 29 - Les "Calcaires à rhychonelles", "Calcaires à plantes", "Banc à coniporelles", "Calcaires à madréporaires" d'Étrochey. Coupe synthétique des carrières de Roche et des Dalles. Faciès, séquences de dépôt, cortèges sédimentaires. D'après Javaux (1991).

Caractéristiques des autres séquences :

Le terme supérieur granulaire est le plus souvent ou totalement absent ou développé localement sur quelques centimètres d'épaisseur. Son développement est maximum au niveau des "Calcaires à plantes" qui constituent le terme supérieur de la séquence s5.

\* s1 : développement du terme médian, riches en oolites, absence du terme supérieur.

\* s2 : développement important du terme inférieur, réduction du terme médian, absence du terme supérieur.

\* s4 : réduction du terme inférieur, développement du terme médian, faible épaisseur du terme supérieur.

\* s5 : séquence des "Calcaires à plantes" : absence ou faible développement des termes inférieur et médian, importance du terme supérieur, sommet constitué du "Banc à coniporelles" (planche 9, photos A à D), fait de micrites à *Coniporella micromera* (algue dasycladale) (planche 9, photo E).

#### - Milieu de dépôt des "Calcaires à rhynchonelles"

. *Les indices :*

\* Le nucleus des oncoïdes est constitué soit d'un fragment infra-centimétrique de madréporaire, recristallisé, dolomitisé, ferruginisé par dédolomitisation (planche 8, photo C), soit d'un fragment de rhynchonelle (planche 8, photo B). Les madréporaires se présentent aussi localement sous forme de masses décimétriques à métriques, perforées et remaniées.

\* Le cortex des oncoïdes est de nature variée. L'encroûtement concentrique souvent irrégulier est constitué soit de cyanobactéries, parfois buissonnantes, de type bacinelloïde, *Thaumatoporella*, soit de spongiaires siliceux.

\* La matrice intergranulaire renferme des oolites, des pellets, des algues *Cayeuxia*, des entroques, des fragments de rhynchonelles, souvent silicifiées, des serpules et localement des coniporelles.

\* Les restes d'organismes aragonitiques (madréporaires, gastropodes) situés au sommet des séquences de dépôt sont plus intensément dissous et dolomitisés que les autres.

. *L'interprétation :*

La présence d'algues vertes indique que le milieu de dépôt des "Calcaires à rhynchonelles" était situé dans la zone photique. L'occurrence des coniporelles traduirait un milieu peu profond (Thierry, 1985). L'abondance des madréporaires témoigne d'un environnement soumis à un certain hydrodynamisme, qui est confirmé par leur fragmentation

**Planche 8** - "Calcaires à rhynchonelles" et "Calcaires à madréporaires"  
de la carrière de Roche à Etrochey

**A.** Calcaire micritique à oncoïdes et oolites de la séquence s1 des "Calcaires à rhynchonelles" (Fig. 29). Compaction se traduisant par une importante stylolitisisation. Diamètre moyen d'un oncoïde = 2 cm.

**B.** Bio-oomicrite riche en rhynchonelles silicifiées *pro-parte*, à remplissage micritique et/ou sparitique géotrope (séquence s2 des "Calcaires à rhynchonelles" sur Fig. 29). Les fragments de rhynchonelles constituent le nucleus de certains oncoïdes. Diamètre moyen d'une rhynchonelle = 1 cm.

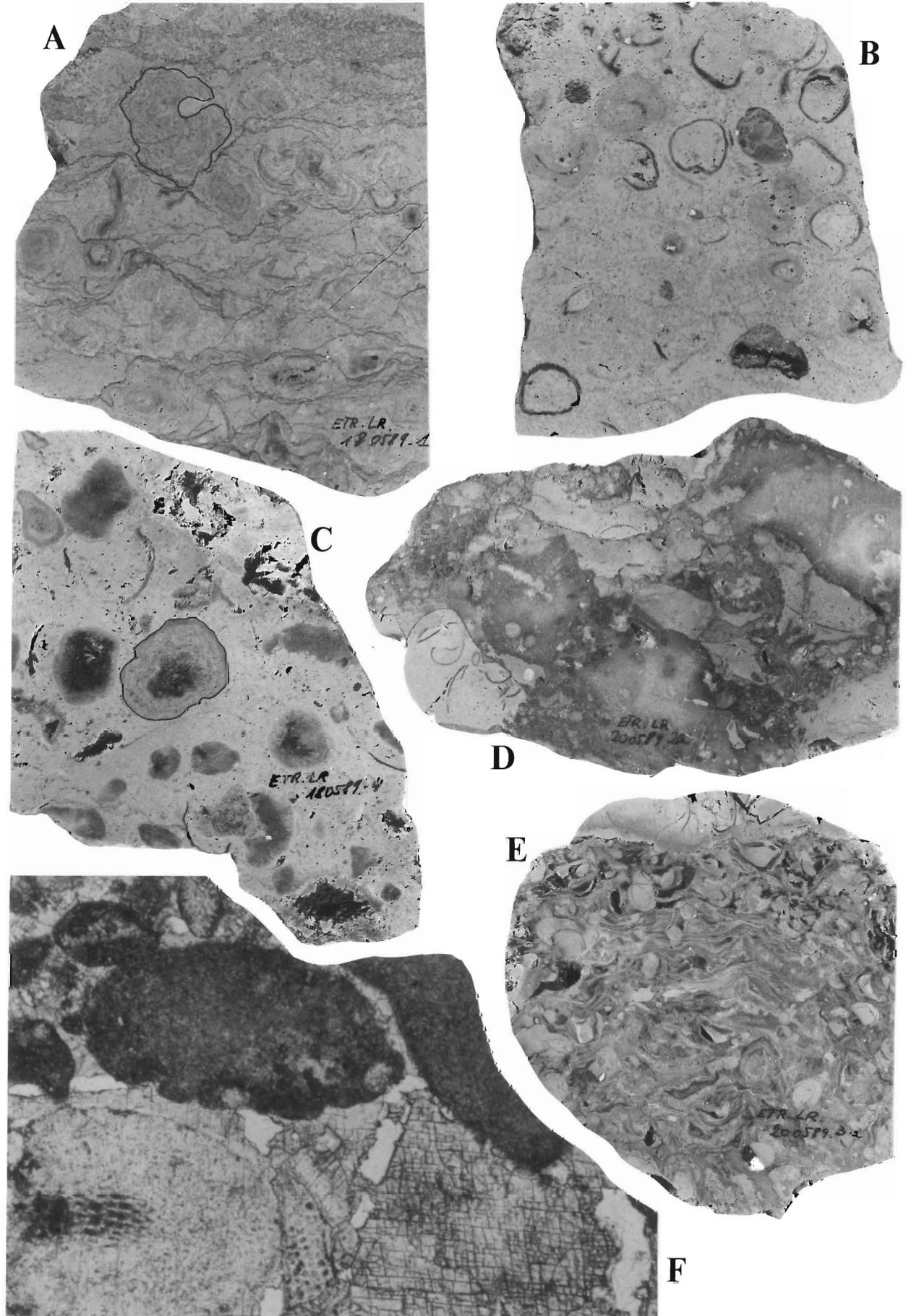
**C.** Biomicrite à oncoïdes et rhynchonelles des "Calcaires à rhynchonelles". Le nucleus des oncoïdes est constitué de fragments centimétriques de madréporaires, le plus souvent dissous et dédolomitisés. Hauteur de la surface polie = 9 cm.

**D.** Madréporaire démantelé, perforé, micritisé des "Calcaires à madréporaires". Hauteur de la surface polie = 6 cm.

**E.** Encroûtement concentrique par des huîtres de fragments de madréporaires intensément bio-corrodés, à présent à l'état de relique. Unité 1 sur Fig. 30 des "Calcaires à madréporaires". Diamètre de la boule = 7 cm.

**F.** Calcarénites pel-bioclastiques poreuses au sommet des "Calcaires à madréporaires". Autour des fragments d'échinodermes : ciments syntaxiaux obturant partiellement la porosité primaire intergranulaire. Diamètre du fragment d'échinoderme = 1 mm.

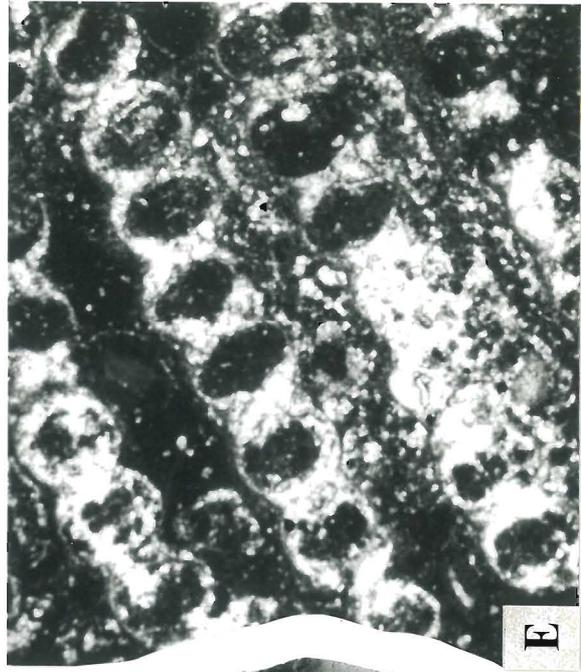
Planche 8



**Planche 9** - Le "Banc à coniporelles" au toit des "Calcaires à rhynchonelles" de la carrière de Roche à Etrochey.  
Photos C. Javaux

- A. Le "Banc à coniporelles" tronqué et érodé. Mètre pliant = 20 cm.
- B. Troncature sommitale et biourbation du "Banc à coniporelles". Epaisseur du banc = 25 cm.
- C. Madréporaire dissous, dolomitisé, rempli de micrite et tronqué au sommet du "Banc à coniporelles".  
Diamètre du madréporaire = 18 cm.
- D. Cavités de biourbation dans le "Banc à coniporelles". Les cavités sont remplies de micrite argileuse dédolomitisée ferrugineuse. Noter les thalles de *Coniporella micromera*. Hauteur de la surface polie = 15 cm.
- E. Thalle de *Coniporella micromera* en vue microscopique.

Planche 9



intense. La présence d'oolites signale la proximité de platiers oolitiques. La présence de rostre de bélemnite, de bryozoaires, d'entrouques dans les bancs calcarénitiques en d'autres coupes (tranchée de la gare de Châtillon) montrent que les milieux de dépôt étaient aussi ouverts sur le large marin. La fréquence des dissolutions et des dolomitisations précoces en sommet de séquence indique l'intervention de fluides agressifs, de type mélange d'eaux météoriques et d'eaux marines. L'abondance de micrite suggère un vannage modéré.

Au total, l'environnement de dépôt aurait été peu profond, à fond vaso-sableux plan où croissaient des algues et des éponges, des petits *patches* de madréporaires, entre lesquels vivaient des rhynchonelles et avec, latéralement, des platiers oolitiques. Cet environnement serait de type littoral, à la fois ouvert sur le large marin et émergeant sur de larges surfaces.

#### **- Milieu de dépôt des "Calcaires à plantes"**

Les oolites et proto-oolites qui constituent les grains de ces calcaires indiquent un milieu proximal. Les litages obliques plans d'angle de 5 à 10° témoignent d'un hydrodynamisme élevé. Ils forment des corps qui ressemblent à ceux décrits à Ladoix-Serrigny dans la partie inférieure de la "Pierre de Dijon-Corton". Ils pourraient donc s'agir de *sand-waves*. Morestin (1982) décrit au sommet des "Calcaires à plantes" des lits obliques formant des mégarides parallèles, d'une amplitude de 40 à 50 cm, d'une longueur d'onde de 7-8 m, migrant vers le Sud ou le Sud-Ouest. La présence de plantes en bon état de conservation suggère l'existence de terres émergées peu lointaines et un enfouissement rapide.

Les "Calcaires à plantes" se seraient ainsi déposés sur des fonds plans, probablement littoraux et superficiels, susceptibles d'émerger, à fort hydrodynamisme, tout à fait comparables au milieu de dépôt des "Calcaires à rhynchonelles".

#### **- Milieu de dépôt du "Banc à coniporelles"**

. *Les indices :*

\* Certains thalles de coniporelles sont coupés au sommet du banc comme à l'emporte-pièce et le banc peut même parfois totalement disparaître (Morestin, 1982) ce qui traduit une érosion importante (planche 9, photo A). Cette érosion peut même affecter les "Calcaires à plantes" sous-jacents.

\* L'épaisseur maximum du banc est atteinte entre les mégarides couronnant les "Calcaires à plantes". Le sommet du "Banc à coniporelles" est intensément bioturbé, parfois sur près de 40 cm (planche 9, photos B et D). Le remplissage des cavités est micritique et ferrugineux. La ferruginisation résulte d'une dédolomitisation. Les madréporaires situés dans ce banc sont

dissous et également ferruginisés par dédolomitisation (planche 9, photo D). De la blende est présente au niveau de la surface de discontinuité. Morestin (1982) signale aussi de la galène.

\* Thierry (1985) décrit dans ce banc des ciments en pendants sous certains oncoïdes, ce qui traduit des circulations vadoses et des émergences. Il signale aussi une auréole micritique d'une épaisseur de 1 à 2 mm autour des perforations et des terriers affectant le banc, qu'il interprète comme résultant d'une activité cyano-bactérienne et indiquant une induration du sédiment après bioturbation en milieu très superficiel. Certaines des bioturbations montrent un remplissage sparitique (terriers ouverts) qui confirment une émergence postérieure à la formation des terriers. Toujours d'après Thierry (1985) : la finesse des grains, l'abondance de la micrite, l'absence de litages obliques, la bonne conservation de la flore algale indiquent un hydrodynamisme modéré à faible ; le foisonnement de *Coniporella micromera* (planche 9, photo E) nécessite une luminosité intense ; la granulométrie fine du sédiment (micrite à bioclastes) témoigne d'un substrat fin-meuble et vaso-sableux relativement induré (non effondrement des terriers) ; les dasycladales actuelles se développent sous climats tempérés chauds à tropicaux, à des profondeurs inférieures à 20-25 m.

#### *. L'interprétation :*

Le milieu de dépôt aurait donc été une algueraie installée sur substrat meuble ou en voie d'induration, bien éclairé, en eaux chaudes et non troublées d'apports détritiques, susceptible d'émerger.

#### *- Cortèges sédimentaires*

Les "Calcaires à rhynchonelles", les "Calcaires à plantes" et le "Banc à coniporelles" constitueraient un cortège sédimentaire de remblayage d'un haut niveau marin continuant toutefois à s'élever. La non-stabilité du niveau marin relatif est attestée par le maintien de faciès identiques, caractéristiques de milieux littoraux, émergents. Ce cortège est rattaché au système "Pierre de Dijon-Corton" grâce aux données biostratigraphiques de Laurin *et al.* (1990), qui changent les interprétations de Floquet *et al.* (1989). Ces formations locales constitueraient toutefois la partie la plus tardive du cortège ("*late highstand system tract*"). La baisse du niveau marin relatif qui provoque les érosions après émergence et est à l'origine de la discontinuité au toit du "Banc à coniporelles" est considérée comme une limite de séquence (LS sur Fig. 29). Cette discontinuité est identifiée comme étant D2 (Laurin *et al.*, 1990 ; Javaux, 1991), originellement définie à Ladoix-Serrigny .

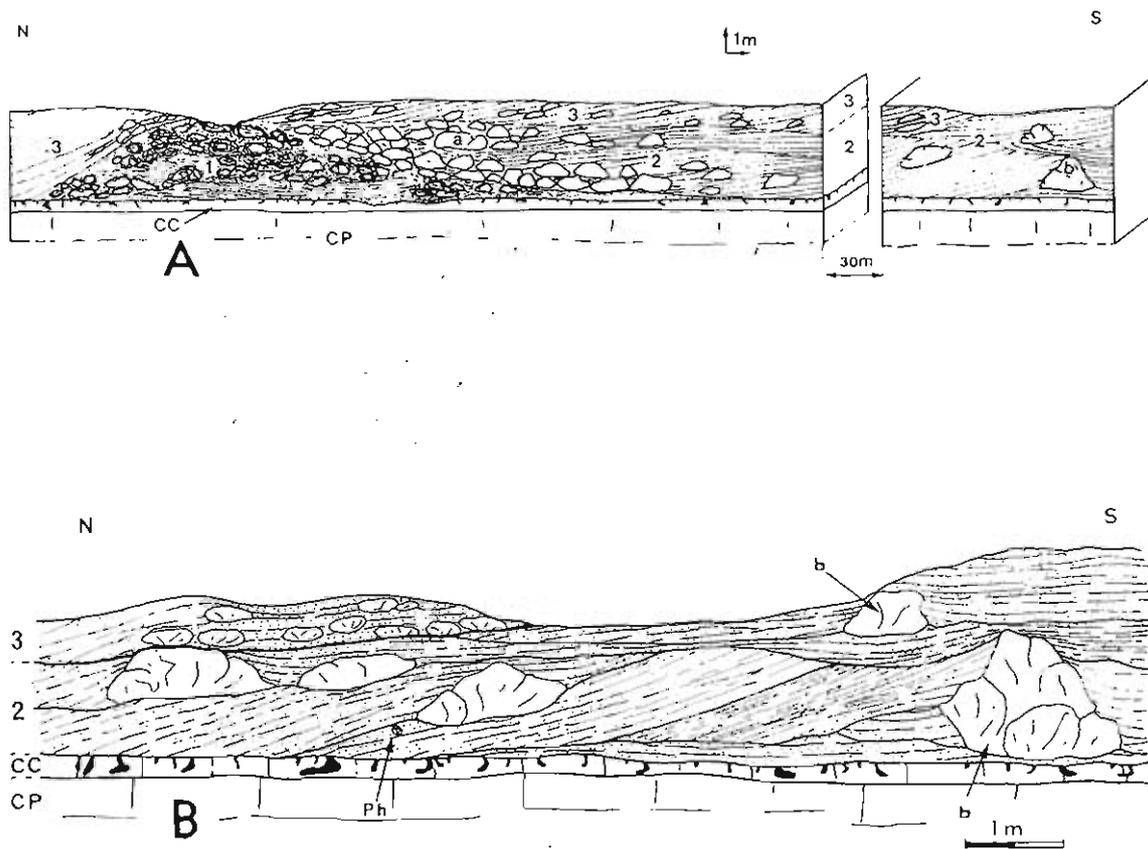


Fig. 30 - A - Géométrie et structure des trois unités biosédimentaires reconnues au sein des "Calcaires à madréporaires" sur le front oriental de la carrière de Roche.

B - Disposition des constructions de madréporaires sur les pentes de progradation de l'unité 2 et place des petites colonies dans l'extrémité sud de la carrière de Roche.

a : bioconstructions à madréporaires jointives ; b : bioconstructions isolées ; CC : "Calcaires à coniporelles" ; CP : "Calcaires à plantes" ; Ph : pholadomyes. De Garcia *et al.* (1989).

## 2. Les "Calcaires à madréporaires" d'Etrochey

### a. Carrière de Roche

Les "Calcaires à madréporaires" de la carrière de Roche ont été décrits en détail par Garcia *et al.* (1989). L'essentiel de leur description est reprise ici :

Ces auteurs distinguent 3 unités (Fig. 30) :

- **Unité 1.** Reposant sur le "Banc à coniporelles", haute de 4 m et d'une extension latérale de près de 20 m, l'unité 1 est constituée de calcaires argileux bioclastiques à madréporaires, spongiaires, bivalves, brachiopodes, renfermant des boules décimétriques à noyau de madréporaires corrodés, perforés, encroûtés concentriquement sur quelques centimètres à 15 centimètres par des huîtres et des spongiaires (planche 8, photo D et E). Les vides et les perforations sont remplis de micrite bioturbée laminaire vraisemblablement d'origine biologique, à spicules de spongiaires. Les boules résultent de la dégradation biologique des parties nécrosées des colonies de madréporaires, puis d'un encroûtement par les huîtres et les spongiaires. Elles ont ensuite été enfouies dans une boue calcaréo-argileuse. L'unité 1 résulte donc d'une bioérosion importante des colonies de madréporaires suivie d'une réutilisation biologique, en milieu infratidal (Garcia *et al.*, 1989).

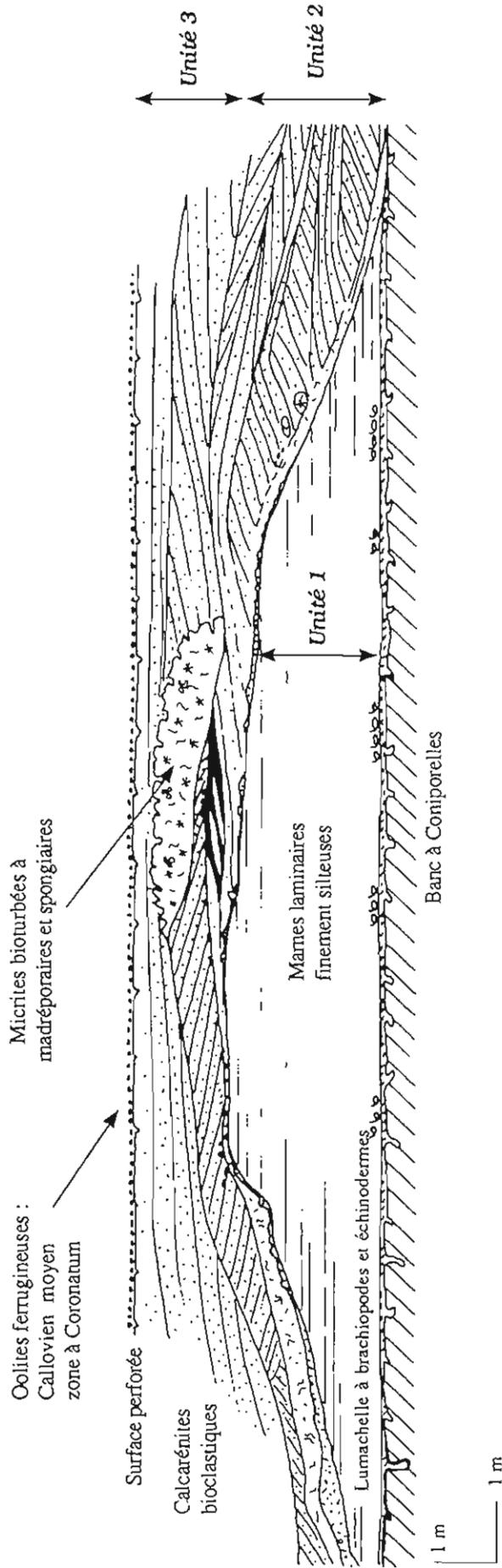
- **Unité 2.** Elle est constituée de calcarénites à litages obliques. Les grains arrondis que Garcia *et al.* (1989) appellent oolites sont des bioclastes arrondis, très micritisés, parfois entourés d'un mince cortex conférant à ces grains une structure de proto-oolites. Le faciès est plutôt une pel-biomicrite très poreuse (planche 8, photo F). Cette unité renferme des colonies massives de madréporaires perforés. Les colonies sont jointives, de taille pluri-décimétrique à métrique et en forme de dômes. Elles sont situées sur les foresets des corps sédimentaires migrant vers le Nord. Cette unité repose au Sud sur le "Banc à coniporelles" et s'appuie au Nord sur l'unité 1, qui paraît avoir constitué un obstacle à la progradation des corps bioclastiques (Garcia *et al.*, 1989). L'installation des colonies de madréporaires témoigne d'interruption dans les décharges bioclastiques. La dégradation biologique limitée des colonies de l'unité 2 suggère un enfouissement sédimentaire relativement rapide.

- **Unité 3.** Formée de calcarénites pel-bioclastiques organisées en lits obliques caractérisant des mégarides migrant du Sud vers le Nord, l'unité 3 dépasse vers le Nord les 2 unités précédentes où elle repose sur le "Banc à coniporelles". Elle ne renferme que quelques constructions pluri-décimétriques de madréporaires, dont le développement a dû être gêné par les abondantes arrivées calcarénitiques.

- **En résumé,** du bas vers le haut des "Calcaires à madréporaires" : la concentration en madréporaires diminue, la fréquence et la quantité des apports bioclastiques augmente. Ceci exprime un comblement sédimentaire et une diminution de l'épaisseur de la tranche d'eau.

S

N



**Fig. 31** - Les "Calcaires à madréporaires" d'Etrochey dans la carrière des Dalles. "Dôme" mameux, lentille bioconstruite, dunes calcarénitiques. D'après Javaux (1991).

## *b. Carrière des Dalles*

### *- Description (Fig. 31)*

Les marnes et calcarénites exposés dans cette carrière sont un équivalent latéral (300 m) des "Calcaires à madréporaires" de la carrière de Roche. Elles reposent sur le "Banc à coniporelles", dont certains thalles sont coupés nets par la surface de troncature - discontinuité D2 (planche 10, photo A). Les unités définies dans la carrière de Roche par Garcia *et al.* (1989) se retrouvent. Se succèdent :

#### *. dans l'unité 1 :*

- \* une lumachelle ferrugineuse à brachiopodes, échinodermes et bryozoaires (15 cm d'épaisseur environ) ;

- \* un banc argileux très riche en grosses térébratules *Dorsoplicathyris sp.* (10 cm environ);

- \* des marnes laminaires, très finement silteuses, dépourvues de macrofaune, formant un "dôme" à l'affleurement (planche 10, photo B), équivalentes des calcaires argileux à boules de madréporaires de la carrière de Roche. Le "dôme" a une hauteur comprise entre 0 et 2,60 m et une longueur dépassant 20 m. Les variations d'épaisseur de ce "dôme" marneux sont brusques: 80 cm en moins d'un mètre de longueur. Certaines laminations horizontales encore visibles au sein des marnes s'interrompent brusquement au contact des calcaires sur-incombants ;

#### *. dans l'unité 2 :*

- \* un horizon à terriers thalassinoïdes au contact entre les marnes et les sédiments sus-jacents, remplis de biomicrites ;

- \* des calcaires micritiques bioclastiques bioturbés qui présentent leur épaisseur maximum (50 cm) là où le "dôme" marneux diminue d'épaisseur. Tout au sommet du "dôme", ils sont très réduits, voire absents et les seuls témoins de leur existence sont des galets micritiques incorporés dans les calcarénites sus-jacentes. Ces calcaires micritiques incorporent aussi des fragments des marnes du "dôme" sous forme de galets mous. Les marnes remplissent également des digitations de taille décimétrique, à forme de flammes, ainsi que des cavités de bioturbation (planche 11, photo A). Les calcaires micritiques sont dans le prolongement des calcarénites suivantes ;

- \* des calcarénites bioclastiques et peloïdales, poreuses, dolomitisées et ferruginisées, à litages obliques au sein desquelles se développent des micrites bioturbées à madréporaires et spongiaires.

Les calcarénites arrivent de façon érosive sur les marnes sous-jacentes (planche 10, photo C). Elles s'organisent en lits obliques tabulaires plans d'épaisseur décimétrique, à pendage pouvant atteindre 20°, caractérisant des mégarides migrant selon 2 directions principales : Nord

**Planche 10** - Les "Calcaires à madréporaires" de la carrière des Dalles à Etrochey  
Photos M. Floquet et C. Javaux

- A.** Surface sommitale bioturbée et perforée du "Banc à coniporeilles" sur laquelle reposent les "Calcaires à madréporaires". Les thalles de *Coniporella micromera* sont tronqués par cette surface. Loupe = 3 cm.
- B.** Vue générale du "dôme" marneux et des calcarénites des "Calcaires à madréporaires". Hauteur maximale du "dôme" = 2,60 m.
- C.** Calcarénites à litage obliques en contact érosif avec les marnes formant le "dôme". Hauteur du front de taille = 3 m.
- D.** Calcarénites à litages obliques plans ou faiblement tangentiels des "Calcaires à madréporaires", caractérisant des mégarides migrant selon 2 directions opposées (Nord et Sud). Orientation du front de taille : le Nord est à gauche de la photo.  
Hauteur du front de taille = 2,5 m.
- E.** *a-* Foresets et bottomsets de mégarides au sommet du "dôme" marneux des "Calcaires à madréporaires".  
*b-* Lentille micritique à madréporaires et spongiaires reposant sur les sets précédents.  
*c-* Surface perforée de troncature du toit des "Calcaires à madréporaires".  
Hauteur du front de taille = 2 m.

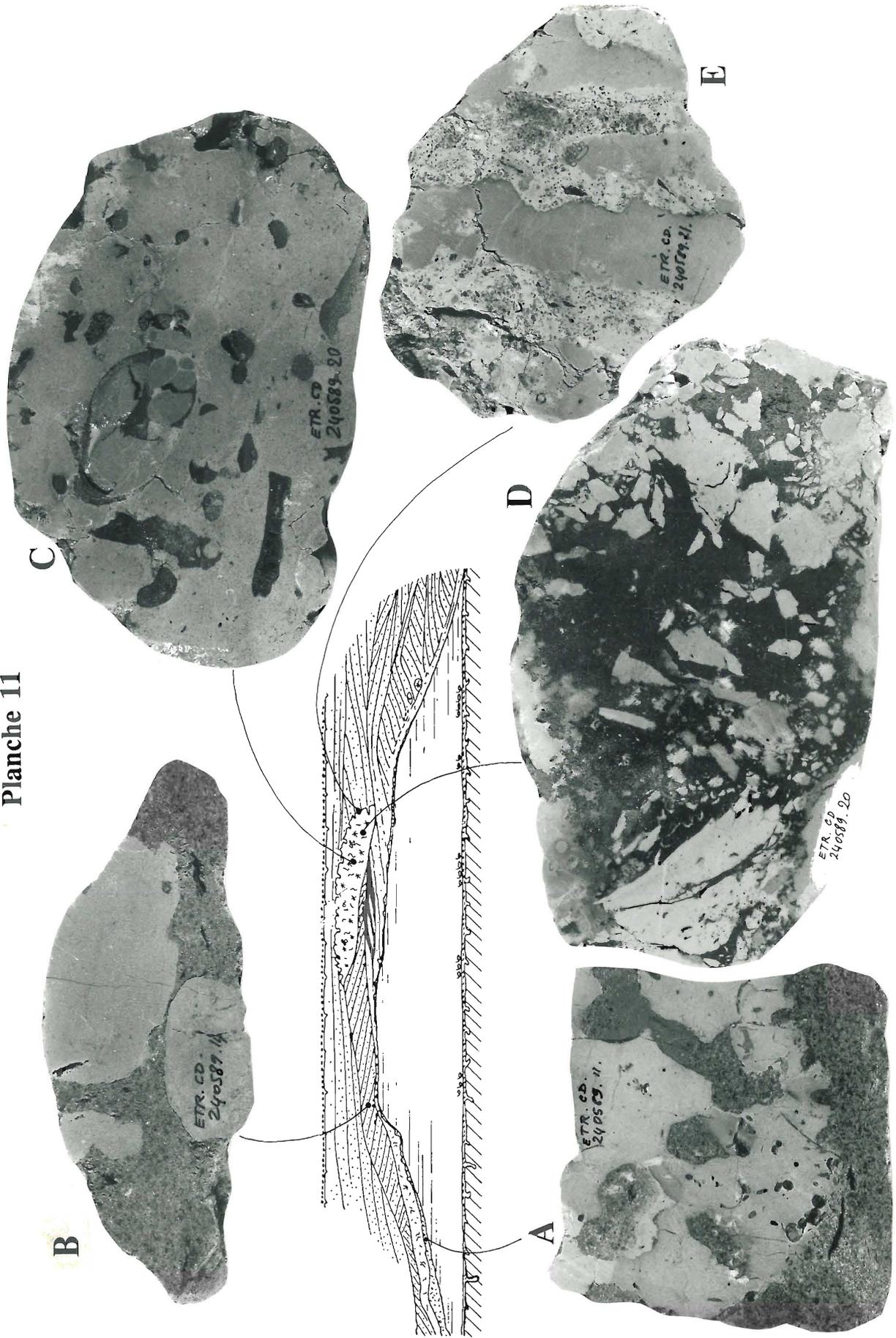
Planche 10



**Planche 11** - Phénomènes synsédimentaires au sein des "Calcaires à madréporaires" de la carrière des Dalles à Etrochey

- A. Contact bioturbé et perforé entre le "dôme" marneux et les calcaires micritiques bioturbés situés sous les calcarénites bioclastiques des "Calcaires à madréporaires". Hauteur de la surface polie = 6 cm.
- B. Lithoclastes et galets micritiques arrachés aux calcaires sus-jacents au "dôme" marneux, puis incorporés dans les calcarénites bioclastiques à litages obliques.
- C. Dissolution et dédolomitisation des fragments coquilliers et des fossiles aragonitiques au sein de la lentille micritique à madréporaires et spongiaires des "Calcaires à madréporaires". Hauteur de la surface polie = 6 cm.
- D. Dissolution, effondrement, dédolomitisation des parois des madréporaires branchus de la lentille micritique située au sein des calcarénites des "Calcaires à madréporaires". Hauteur de la surface polie = 7 cm.
- E. Cavités de bioturbation au contact entre les calcaires de la lentille micritique et les calcarénites bioclastiques à litages obliques. Les cavités sont remplies par une micrite bioclastique claire. Hauteur de la surface polie = 6 cm.

Planche 11



et Sud (planche 10, photo D). Les corps migrant vers le Nord dominant largement (même direction de migration que dans la carrière de Roche). Les courants à l'origine de ces migrations étaient bidirectionnels. Les mégarides situés au Sud du dôme marneux s'empilent jusqu'à le recouvrir. Certains des lits calcarénitiques renferment à leur base des galets micritiques arrachés au substrat calcaire (planche 11, photo B). D'autres portent à leur surface des fragments pluricentimétriques de madréporaires, comme dans la carrière de Roche.

Au sommet du dôme repose une alternance de marnes feuilletées et de calcaires finement bioclastiques faiblement inclinés (planche 10, photo E). Ces alternances semblent dans la continuité des lits calcarénitiques représentant les foresets de mégarides. Elles constitueraient donc les bottomsets de mégarides migrant vers le Nord. Elles sont surmontées par les foresets d'autres mégarides, migrant vers le Sud, et intégrant à leur base des galets micritiques de nature identique à celles des calcaires des alternances. Ces foresets sont tronqués, ainsi que les bottomsets précédents.

. *dans l'unité 3* : sur la surface de troncature ainsi constituée sont installés des calcaires micritiques bioturbés à madréporaires branchus et spongiaires, disséminés dans la masse (planche 11, photo C). Cette unité forme une lentille de 5 m de long et jusqu'à 1 m de haut (planche 10, photo E). Les madréporaires situés au sein de la micrite sont dissous, dolomitisés, ferruginisés. Leurs parois sont effondrées. Le remplissage des madréporaires est constitué de fragments micritiques anguleux de taille centimétrique à pluri-centimétrique dispersés dans une matrice dédolomitisée et ferrugineuse (planche 11, photo D).

Les calcarénites latérales et sus-jacentes pénètrent dans les cavités de bioturbation qui affectent tout le pourtour de la lentille (planche 11, photo E). Ces calcarénites migrent vers le Nord, comme à la carrière de Roche, et finissent par dépasser l'obstacle constitué par la lentille. Les lits calcarénitiques sommitaux sont tronqués par une surface bioturbée, perforée et ferruginisée, surmontée de calcaires argileux à oolites ferrugineuses. Le dernier banc sous la surface est plus micritique et de couleur bleutée.

#### *- Interprétation : mécanismes de dépôt*

L'interruption des laminations au sein des marnes, les remaniements fréquents et la bioturbation intense à la base des calcaires sus-jacents témoignent d'une phase érosive entre le dépôt des marnes et celui des calcaires. La forme en "dôme" des marnes pourrait résulter d'une telle érosion qui se serait réalisée au cours de la sédimentation sans qu'une diminution d'épaisseur de la tranche d'eau ait été nécessaire.

La présence dans les calcarénites de mégarides migrant alternativement vers le Sud ou vers le Nord pourrait témoigner de **courants tidaux**. La majorité des corps sédimentaires migrant vers le Nord indiquerait un flux dominant dirigé vers le Nord, comme dans la carrière de Roche. L'abondance des dissolutions, des dolomitisations, des effondrements au sein de

l'unité micritique à madréporaires pourrait résulter de l'action d'eaux agressives, peut-être météoriques.

### *c. Comparaison des affleurements des carrières de Roche et des Dalles : étapes sédimentaires*

Les étapes dans la sédimentation définies par Garcia *et al.* (1989) dans la carrière de Roche se retrouvent dans la carrière des Dalles, mais avec les différences suivantes :

. L'*étape 1* (unité 1) correspond dans la carrière de Roche au démantèlement intensif de colonies de madréporaires et à leur enfouissement dans une vase carbonatée. Dans la carrière de Dalle, les colonies de madréporaires sont absentes, par contre, les témoins d'une sédimentation argileuse sont bien conservés ("dôme" marneux).

. L'*étape 2* (unité 2) coïncide dans la carrière de Roche avec une augmentation des apports bioclastiques et un développement des colonies de madréporaires sur les foresets des corps sableux. Les corps sableux englobant des colonies de madréporaires existent également dans la carrière des Dalles. Leur extension est limitée au flanc sud du "dôme" marneux, et les colonies de madréporaires sont de taille pluri-décimétrique. La lentille de calcaires micritiques à madréporaires pourrait s'être formée dans un contexte analogue.

. L'*étape 3* (unité 3) correspond à un remblayage sédimentaire accru par des corps calcarénitiques migrant vers le Nord. De la même manière que ces corps dépassent l'unité 1 dans la carrière de Roche, ils dépassent l'obstacle constitué par l'unité micritique à madréporaires dans la carrière des Dalles.

### *d. Place stratigraphique des "Calcaires à madréporaires" d'Etrochey*

Pour Laurin *et al.* (1990), l'apparition d'espèces originales de brachiopodes (*Torquirhynchia* ? *nov. sp.*, *Dorsoplicathyris sp.*, *Dictyothyris sp.*, *Zeilleridae nov. sp.*) au-dessus de la surface de discontinuité D2 au toit du "Banc à coniporelles" signe un renouvellement faunique majeur. Ce dernier est différent de celui qui s'effectue dans les régions beaunoise et dijonnaise à la base de la "Pierre de Ladoix". C'est pourquoi Laurin *et al.* (1990) ne corrélaient pas les "Calcaires à madréporaires" d'Etrochey et la "Pierre de Ladoix". L'âge de ces calcaires est encore incertain. Les seules données biostratigraphiques sont apportées par les ammonites *Dolikephalites gracilis*, *Macrocephalites compressus*, *Kamptokephalites sp. juv.*, *Indosphinctes patina*, *Paracenoceras calloviense*, trouvées dans les calcarénites au sommet du système et datées du Callovien inférieur, Z. à Gracilis, s.Z. Calloviense et s.Z. à Enodatum. Laurin *et al.* (1990) considèrent ainsi les "Calcaires à madréporaires" d'Etrochey comme plus récents que la "Pierre de Ladoix".

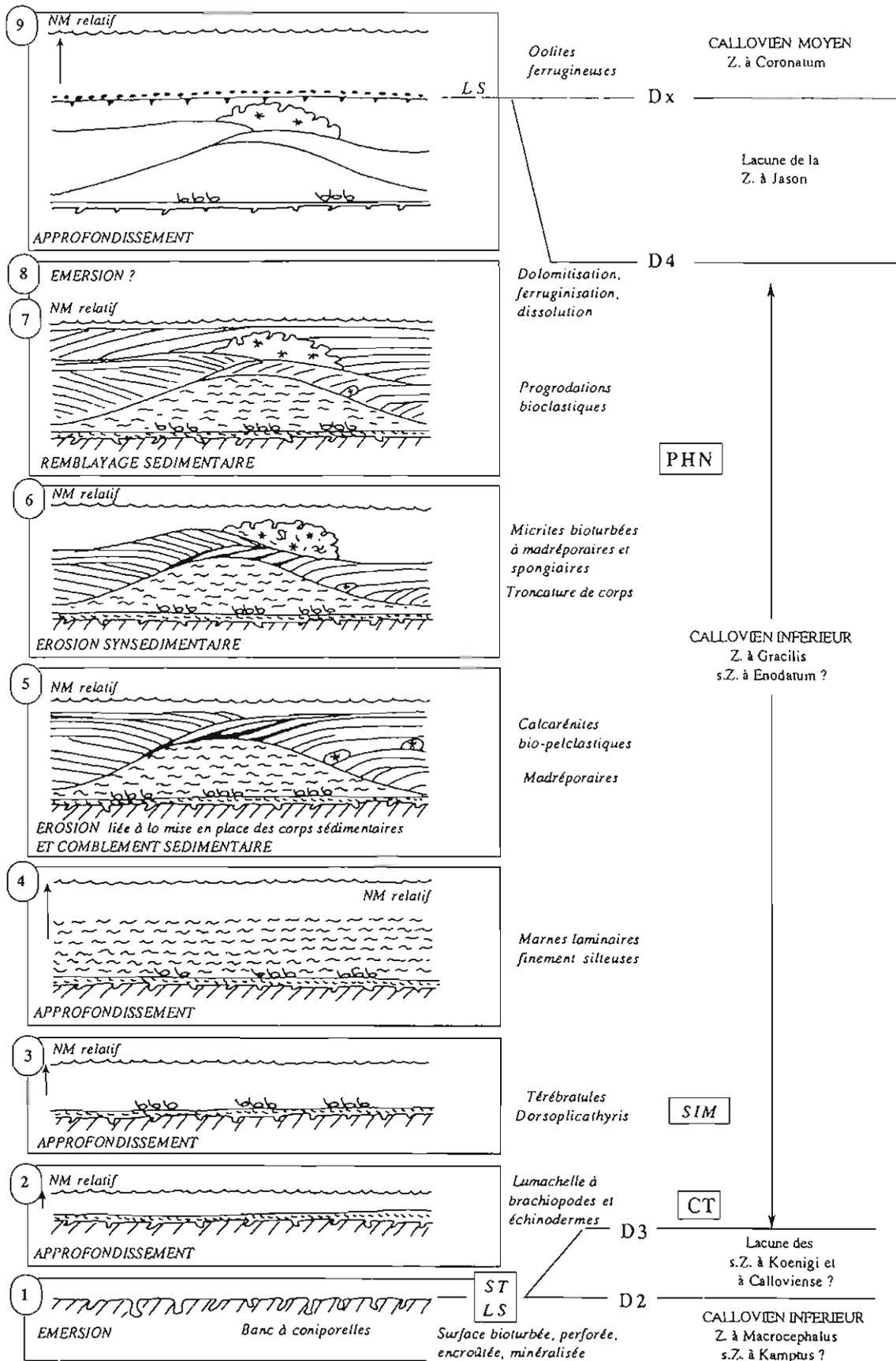


Fig. 32 - Scénario de la genèse des "Calcaires à madréporaires" d'Étrochey de la carrière de Dalles. D'après Javaux (1991).

### *e. Cortèges sédimentaires et "depositional sequence"*

. La formation se met en place à la faveur d'un épaissement de la tranche d'eau. L'approfondissement initial se traduit par la formation de la lumachelle à brachiopodes, bryozoaires et échinodermes, comme pour la séquence s'2 de la "Pierre de Ladoix" à Ladoix-Serrigny. Cette lumachelle formerait un cortège transgressif (CT sur Fig. 32). L'approfondissement serait maximum avec le dépôt des marnes laminaires. Il y a ensuite comblement sédimentaire par les calcarénites bioclastiques. Marnes et calcarénites constitueraient le prisme de haut niveau relatif (PHN). La surface d'inondation maximum (SIM) du système serait à placer à la base des marnes laminaires (Fig. 32).

. Cortège transgressif et prisme de haut niveau marin relatif du système "Etrochey" appartiennent à la "depositional sequence" appelée S5 (cf. Fig. 44), d'âge Callovien inférieur, zone à *Gracilis*, sous-zone à *Enodatum*.

*f. En résumé* : la sédimentation des "Calcaires à madréporaires" d'Etrochey résulte probablement des étapes suivantes :

1. Emergence au moment de la discontinuité D2 : dissolution et érosion du "Banc à coniporelles", acquisition de la porosité des "Calcaires à plantes" --> limite de séquence LS
2. Remise en eau marine : dépôt de la lumachelle à brachiopodes, échinodermes et bryozoaires en milieu marin ouvert --> cortège transgressif CT
3. Installation des *Dorsoplicathyris sp.* en contexte d'élévation du niveau marin relatif.
4. Décantation des marnes finement silteuses : approfondissement maximum (15 m?)
5. Début du remblayage sédimentaire : érosion synsédimentaire des marnes par les corps calcarénitiques - le "dôme" marneux n'est plus qu'une relique - migration des mégarides calcarénitiques.
6. Erosion synsédimentaire ; installation de la lentille micritique à madréporaires et à spongiaires durant une accalmie des apports sédimentaires.
- 7 - 8 : Augmentation du flux bioclastique, comblement sédimentaire, dissolution et éventuellement karstification sous l'action d'eaux agressives (météoriques?), émergence possible.
9. Epaissement de la tranche d'eau, oolites ferrugineuses.

L'émergence (1) correspondant à la discontinuité D2 surviendrait entre la zone à *Macrocephalus*, sous-zone à *Kamptus* et la zone à *Gracilis*, sous-zone à *Koenigi* du Callovien inférieur, les "Calcaires à rhynchonelles" s'étant déposés pendant la sous-zone à *Kamptus* d'après Purser (1975) et les premiers sédiments post-D2 étant datés de la sous-zone à *Koenigi* d'après Laurin *et al.* (1990). Les étapes (2) à (8) se seraient effectuées pendant la zone à *Gracilis*, sous-zone à *Enodatum*. Dans cette hypothèse, à la discontinuité D2 correspondrait une lacune sous-zone à *Koenigi* et peut-être de la sous-zone à Calloviense. L'étape (9) serait datée du Callovien moyen, zone à *Coronatum*. Dans cette hypothèse, il y aurait lacune d'une partie du Callovien moyen.

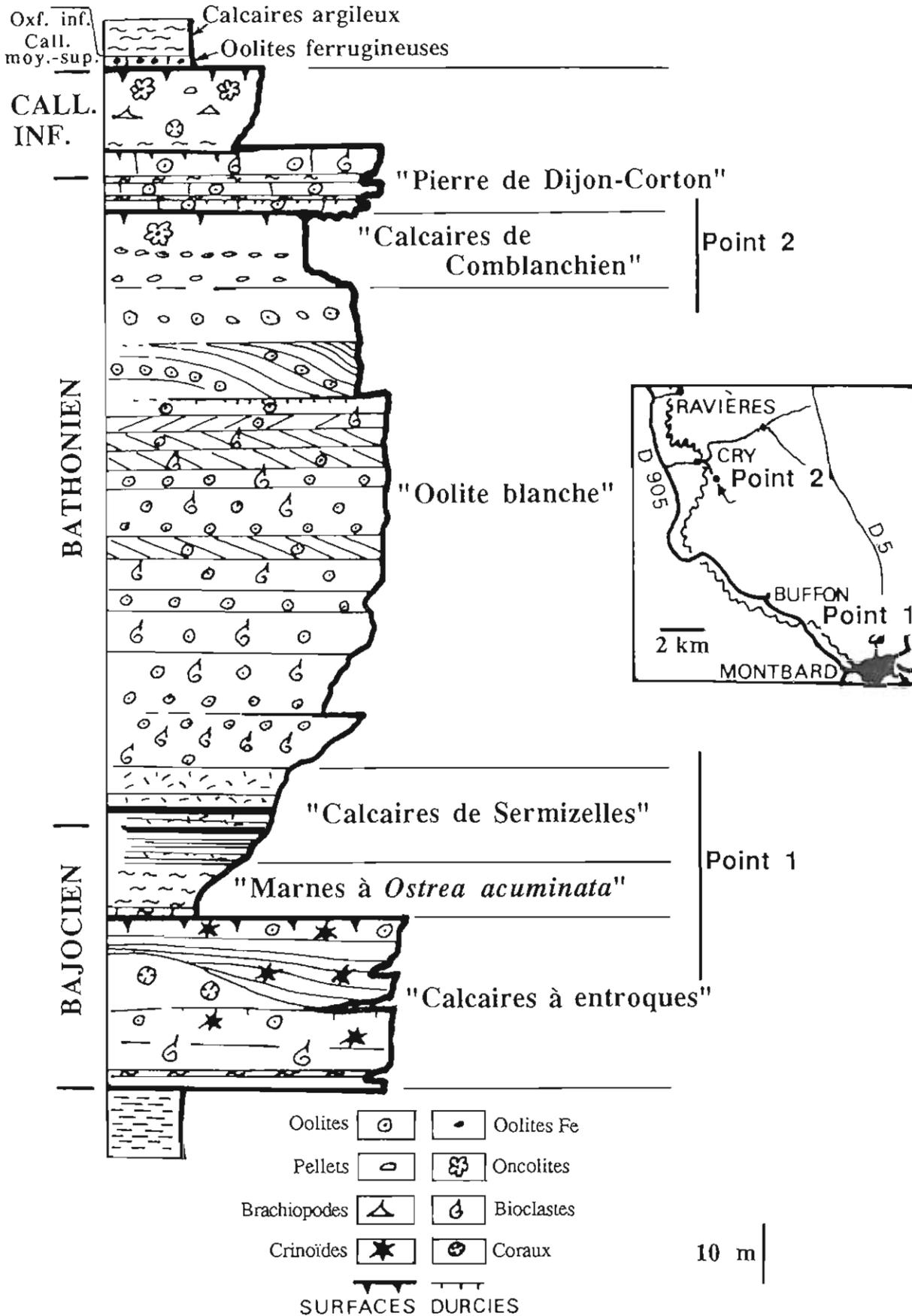


Fig. 33 - Coupe de la vallée de l'Armançon.

## Arrêts 3

### Vallée de l'Armançon

(B. H. Purser)

Cette vallée est le lieu de nombreuses carrières de grande taille. C'est pourquoi elle fournit les meilleures coupes des formations d'âge Jurassique moyen dans le Sud-Est du Bassin de Paris (Fig. 33).

#### Point 1 : sortie de Montbard vers Laignes

Les falaises en bord de route permettent l'examen du contact entre la séquence "bajocienne" ("Calcaires à entroques") et les séquences "bathoniennes" :

- les "Calcaires à entroques" comportent une masse récifale épaisse d'une dizaine de mètres. Riche en coraux lamellaires flottant dans une micrite dense, la lentille est enfouie sous un sable bioclastique (débris de crinoïdes) à matrice dolomitisée. Cette couverture stratifiée, inclinée à sa base, se redresse progressivement vers l' horizontale à mesure que le récif est enfoui ;
- le sommet des "Calcaires à entroques" est limité par une surface durcie (*hard-ground*) perforée et recouverte par des huîtres ;
- les "Marnes à *Ostrea acuminata* "qui forment le terme basal de la séquence suivante, sont progressivement enrichies en calcaire. Les bancs calcaires suivants sont stratocroissants. Certains niveaux sont riches en matière organique (roches mères).

#### Point 2 : Cry-sur-Armançon

- le contact "Oolite blanche" - "Calcaires de Comblanchien", ne porte aucune trace de diagenèse précoce (cf. Chaumont) ;
- les "Calcaires de Comblanchien", épais de 15 m environ (45 m à Chaumont !), comportent 4 niveaux à "*beach rocks*";
- la surface limitant les "Calcaires de Comblanchien" est marquée par une forte bioturbation et par quelques huîtres ;
- les premiers mètres de la "Pierre de Dijon-Corton" sont composés essentiellement d'oolites disposées en petites séquences de faciès, d'épaisseur métrique, chacune limitée par une surface durcie. Les stylolithes abondent.

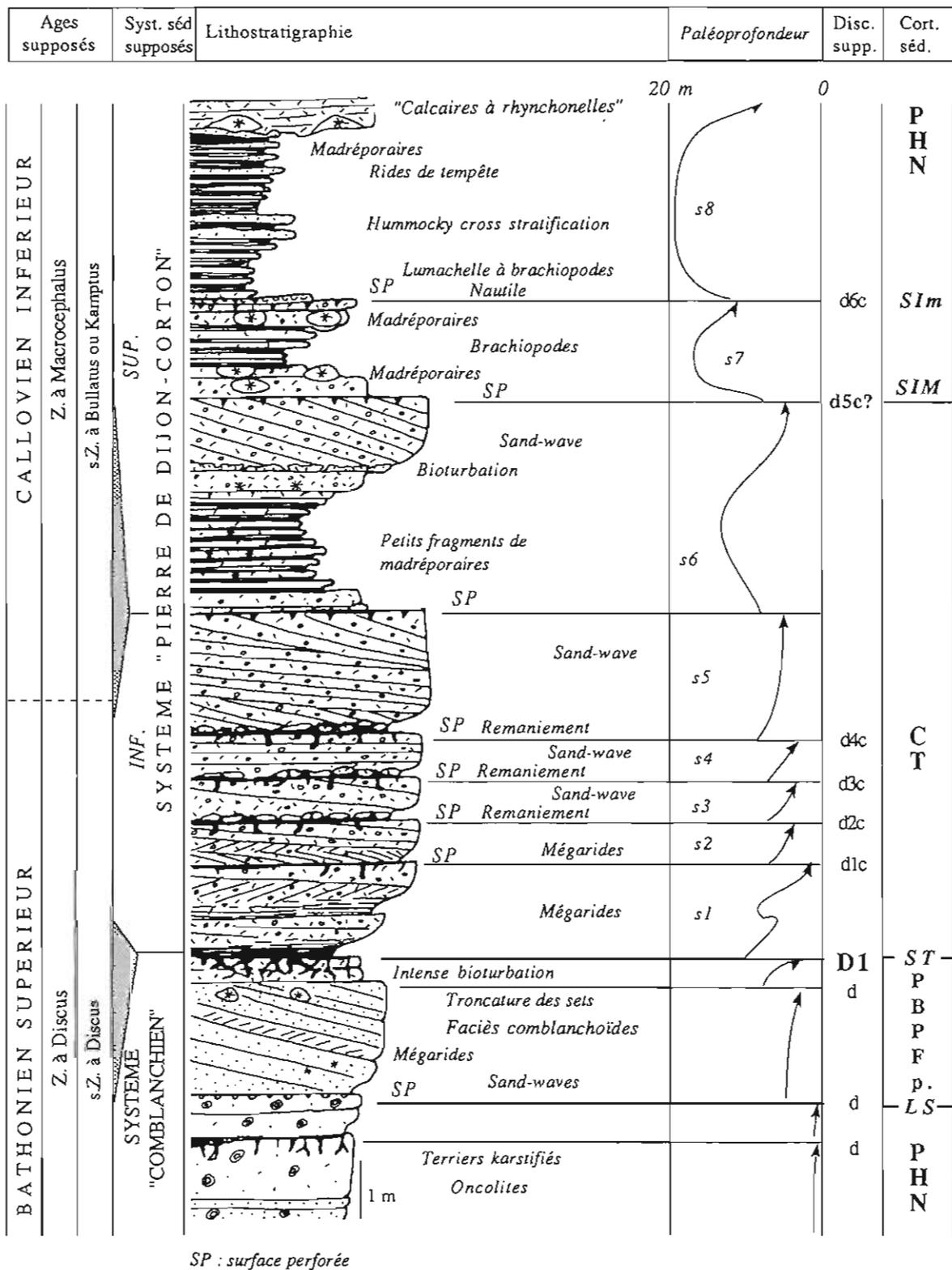


Fig. 34 - Le toit des "Calcaires de Comblanchien" et la "Pierre de Dijon-Corton" dans la coupe de Buffon-En Charibeu vers Montbard. Faciès, séquences de dépôt, cortèges sédimentaires. Importance des faciès marneux de milieux ouverts à partir de d5c : vers la bordure ouest de la plate-forme proximale. D'après Javaux (1991).

## Le toit des "Calcaires de Comblanchien" et la "Pierre de Dijon-Corton" à Buffon (point 2')

(C. Javaux et M. Floquet)

Distante de moins de 10 km des carrières de Cry-sur-Armançon (point 2), la carrière de Buffon-En Charibeu donne les meilleurs affleurements régionaux des "Calcaires de Comblanchien" et de la "Pierre de Dijon-Corton".

**A-** Le toit des "Calcaires de Comblanchien" (Fig. 34) montre des micrites à *bird's eyes*, structures fenestrées, oncolites, stromatolites, de milieux subtidaux à supratidaux, puis 3 m des calcaires grenus lithoclastiques et pelloïdaux (faciès "comblanchoïdes") organisés en grands sets obliques d'extension hectométrique, surmontés de 50 cm de calcaires micritiques à madréporaires, bivalves et brachiopodes, de milieu subtidal. La discontinuité D1 se marque par un intense réseau de bioturbation.

L'épaississement de la tranche d'eau qui s'effectue avec les faciès "comblanchoïdes" au toit du système "Comblanchien" semble annoncer le mouvement transgressif de la "Pierre de Dijon-Corton". Il soulignerait une limite de séquence (LS sur Fig. 34). Les calcaires "comblanchoïdes" représenteraient dans cette hypothèse un prisme de bordure de plate-forme proximale (PBPFp.) appartenant à la même "*depositional sequence*" que celle que constitue le système "Pierre de Dijon-Corton", dans la même évolution transgressive, rétrogradante.

**B-** La partie inférieure de la "Pierre de Dijon-Corton" débute par des biomicrites argileuses dites "Marnes à *Eudesia*". Elle est découpée en 6 séquences de dépôt à dominante calcarénitique (s1 à s6 sur Fig. 34), séparées par des surfaces bioturbées et/ou perforées parfois surmontées d'un niveau de remaniement constitué de galets calcarénitiques et de fragments roulés de madréporaires. Les 5 séquences inférieures, formées par l'empilement de mégarides et de *sand-waves*, caractérisent un milieu de plate-forme proximale. La séquence s6, plus marneuse, traduit un approfondissement du milieu de dépôt. Les séquences s1 à s6 constitueraient, réunies, un cortège transgressif (CT sur Fig. 34).

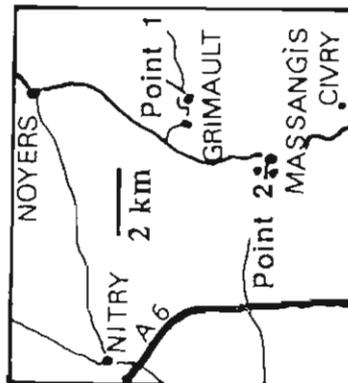
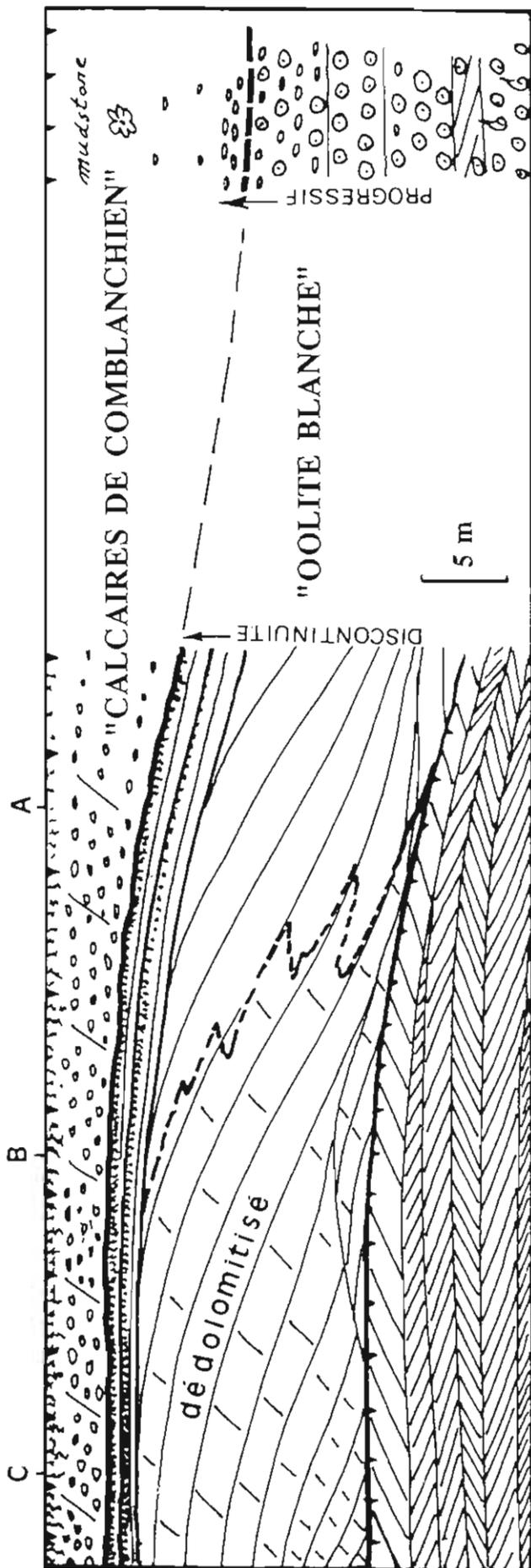


C- La partie supérieure de la "Pierre de Dijon-Corton" est composée de 2 séquences (s7 et s8 sur Fig. 34) à terme inférieur marneux bien développé et à terme supérieur calcarénitique tronqué par une surface perforée. Les marnes à brachiopodes et madréporaires caractérisent un milieu ouvert sur la large marin, de plate-forme distale. L'importance croissante de ces marnes entre s7 et s8 met en évidence une tendance à l'approfondissement, confirmée par l'apparition dans la séquence s8 de tempestites (H.C.S.). L'accentuation de l'épaississement de la tranche d'eau et le nouvel essor que prennent les madréporaires avec la séquence s7 permettent de considérer la discontinuité au toit de s6 comme étant d5c, définie originellement à Ladoix-Serrigny.

La séquence s8 montre à son sommet la base des "Calcaires à rhynchonelles", ce qui traduit une tendance à la diminution d'épaisseur de la tranche d'eau par comblement sédimentaire. La partie supérieure du système "Pierre de Dijon-Corton" correspondrait ainsi à un prisme de haut niveau marin relatif (PHN sur Fig. 34) avec une surface d'inondation maximale à sa base (SIM) puis avec d'autres surfaces d'inondation (SI<sub>m</sub>) car le haut niveau n'apparaît pas avoir été stabilisé. Le cortège de remblayage régressif débiterait avec la séquence s8.

GRIMAUT

M A S S A N G I S



- Pellets
- Oolites
- Oncolites
- Bioclastes
- Bioturbation
- Surface durcie

Fig. 35 - Transition "Oolite blanche" - "Calcaires de Comblanchien" à Massangis-Grimaut.

## Arrêts 4

### Transition "Oolite blanche" - "Calcaires de Comblanchien" à Massangis (Vallée du Serein)

(B. H. Purser)

Une série de carrières montre une évolution rapide et spectaculaire affectant les 20 mètres sommitaux de l'"Oolite blanche" (Fig. 35) :

**Point 1 :** à Grimault, l'"Oolite blanche" passe progressivement aux "Calcaires de Comblanchien" épais de 10 m. Les deux formations ne portent que des traces de dolomitisation.

**Point 2 :** à Massangis, situé à environ 5 km au Sud-Ouest de Grimault, le passage "Oolite blanche"- "Calcaires de Comblanchien" comporte une série de discontinuités :

- l'"Oolite blanche" révèle au moins 4 surfaces de diagenèse précoce ;
- elle se caractérise par un litage oblique à grande échelle (12 à 14 m) incliné vers le Nord-Est, c'est à dire vers l'intérieur de la plate-forme. Ce litage reflète un empilement de sable provenant de l'extérieur de la plate-forme ;
- l'"Oolite blanche" se termine par deux niveaux subhorizontaux, chacun fortement bioturbé.

Les "Calcaires de Comblanchien", fortement réduits en épaisseur (cf. Chaumont) sont composés essentiellement de pellets ; cette formation montre également une très forte bioturbation.

Le secteur de Massangis correspondrait ainsi à une zone haute par rapport au secteur de Grimault.

#### **Diagenèse :**

Les "Calcaires de Comblanchien" ainsi qu'une partie de l'"Oolite blanche", sont affectés par une dolomitisation ferrifère, actuellement dissoute, donnant une roche poreuse à vides rhomboédriques (voir planche 3). Localisée à Massangis, cette dolomitisation est associée à une dissolution de certains fossiles aragonitiques. Elle est souvent localisée dans les terriers ce qui indiquerait une origine d'âge Bathonien. La dolomitisation semble être liée à l'émersion locale.

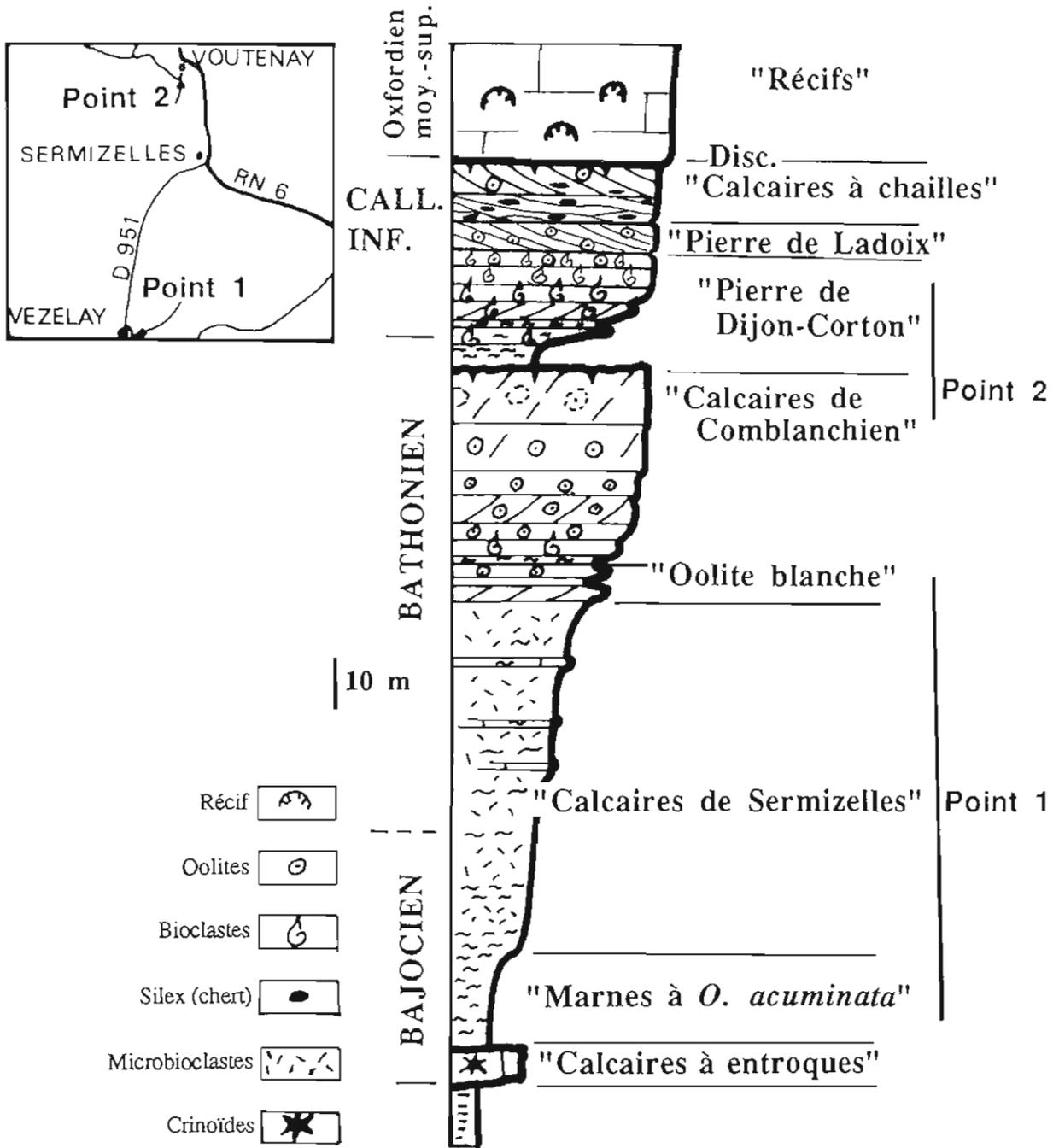


Fig. 36 - Coupe de la vallée de la Cure.

## Arrêts 5

### Coupe de la Vallée de la Cure

(B. H. Purser)

Cette coupe (Fig. 36) se caractérise par la prédominance des faciès marneux et microbioclastiques qui expriment le passage des milieux de plate-forme proximale vers ceux de plate-forme distale ("sillon marneux").

- La séquence "bajocienne" ("Calcaires à entroques") est très réduite. En réalité surtout composée de calcaire argileux, elle est difficilement repérable sur le terrain.

- **Point 1** : les séquences "bathoniennes", épaisses d'environ 140 m, comportent des "Calcaires de Sermizelles" très développés. Avec leurs faciès microbioclastiques ils constituent la presque totalité de la colline de Vézelay où la partie basale est riche en ammonites d'âge Bajocien supérieur. Le sommet de la colline est formé d'une dalle, épaisse d'environ 10 m, constituée de faciès oolitiques et lithoclastiques, sur laquelle est construite la basilique et la ville de Vézelay.

- **Point 2** : la partie supérieure des séquences "bathoniennes" s'observe dans les environs de Voutenay où les 15 derniers mètres sont affectés par une dolomitisation partielle et sont coiffés par une surface nette avec de nombreux terriers. Cette surface recouvre des calcaires massifs à *Meyendorffina*, assimilables aux "Calcaires de Comblanchien".

. La surface est recouverte par plusieurs mètres de carbonates fins, argileux, bien stratifiés, rattachés aux "Marnes à *Eudesia*" de la base du système "Pierre de Dijon-Corton" et indiquant des milieux de plate-forme distale. Suivent des faciès plutôt oolitiques puis des niveaux à bioconstructions de madréporaires avec rares ammonites d'âge Callovien inférieur, également rattachés au système "Pierre de Dijon-Corton". Viennent au-dessus, des calcaires oo-bioclastiques à litages obliques, rattachés au système "Pierre de Ladoix" encore d'âge Callovien inférieur, puis des calcaires à chailles, probablement d'âge Callovien moyen.

. Une surface terminale, localement perforée, est recouverte de calcaires micritiques à ammonites d'âge Oxfordien moyen. Cette surface, peu spectaculaire, marque néanmoins une lacune stratigraphique importante.



**SYNTHESE**  
**SUR LES FORMATIONS D'AGE**  
**BATHONIEN A CALLOVIEN EN BOURGOGNE**

**Paléogéographies - "Systèmes sédimentaires" -**  
***"Depositional sequences"***

par M. Floquet et C. Javaux

- **Paléogéographies** : des environnements en bordure sud de la plate-forme intracratonique pariso-bourguignonne
- **"Systèmes sédimentaires"** : des spécificités liées à des environnements de plate-forme proximale
- ***"Depositional sequences"*** : quatre séquences rythmant enfoncements et ennoiements de la plate-forme de plus en plus marqués ; des discontinuités-limites de séquences soulignées par des événements diagénétiques à conséquences sur porogénèse-poronécrose

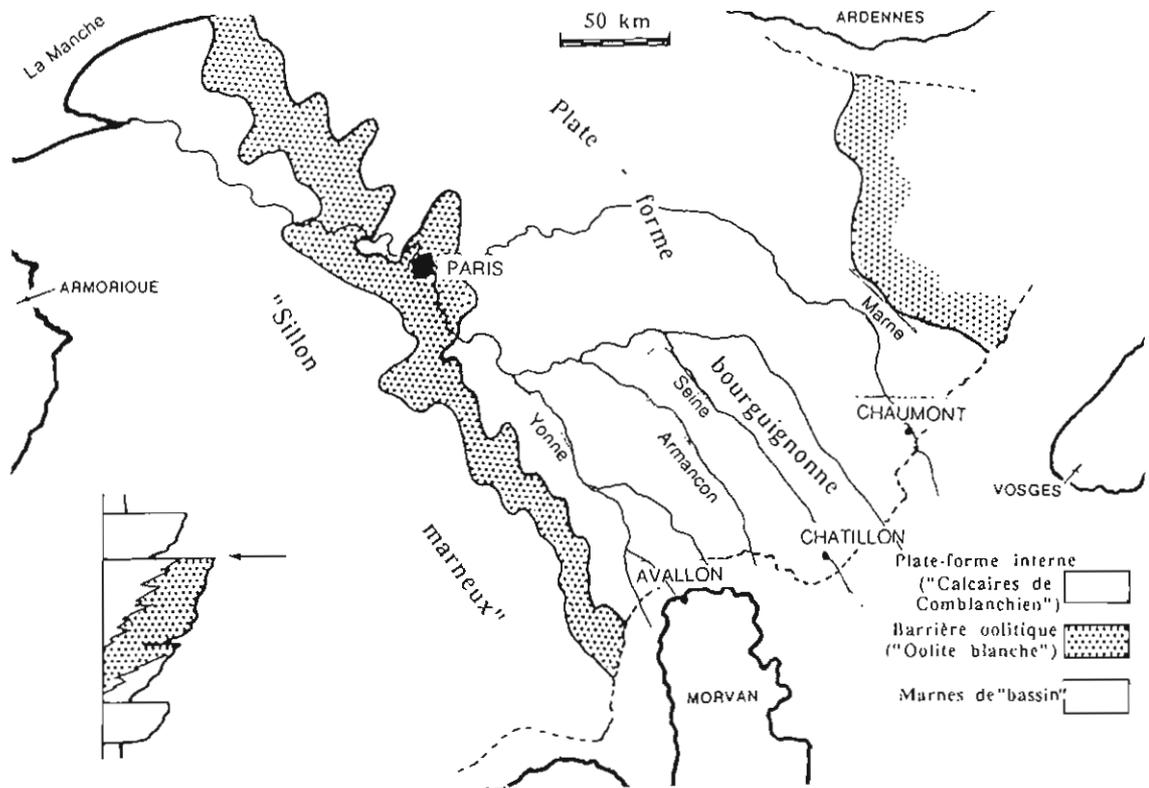


Fig. 37 - Paléogéographie de la plate-forme pariso-bourguignonne au sommet de la séquence "bathonienne". Selon B.H. Purser.

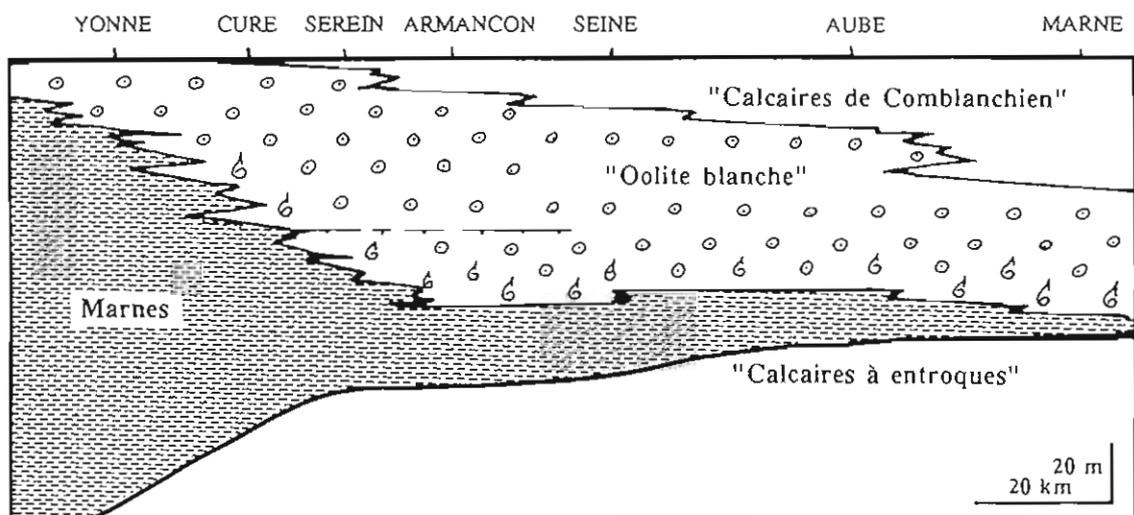


Fig. 37 - Paléogéographie de la plate-forme pariso-bourguignonne au sommet de la séquence "bathonienne". Selon B.H. Purser.

## PALEOGEOGRAPHIES

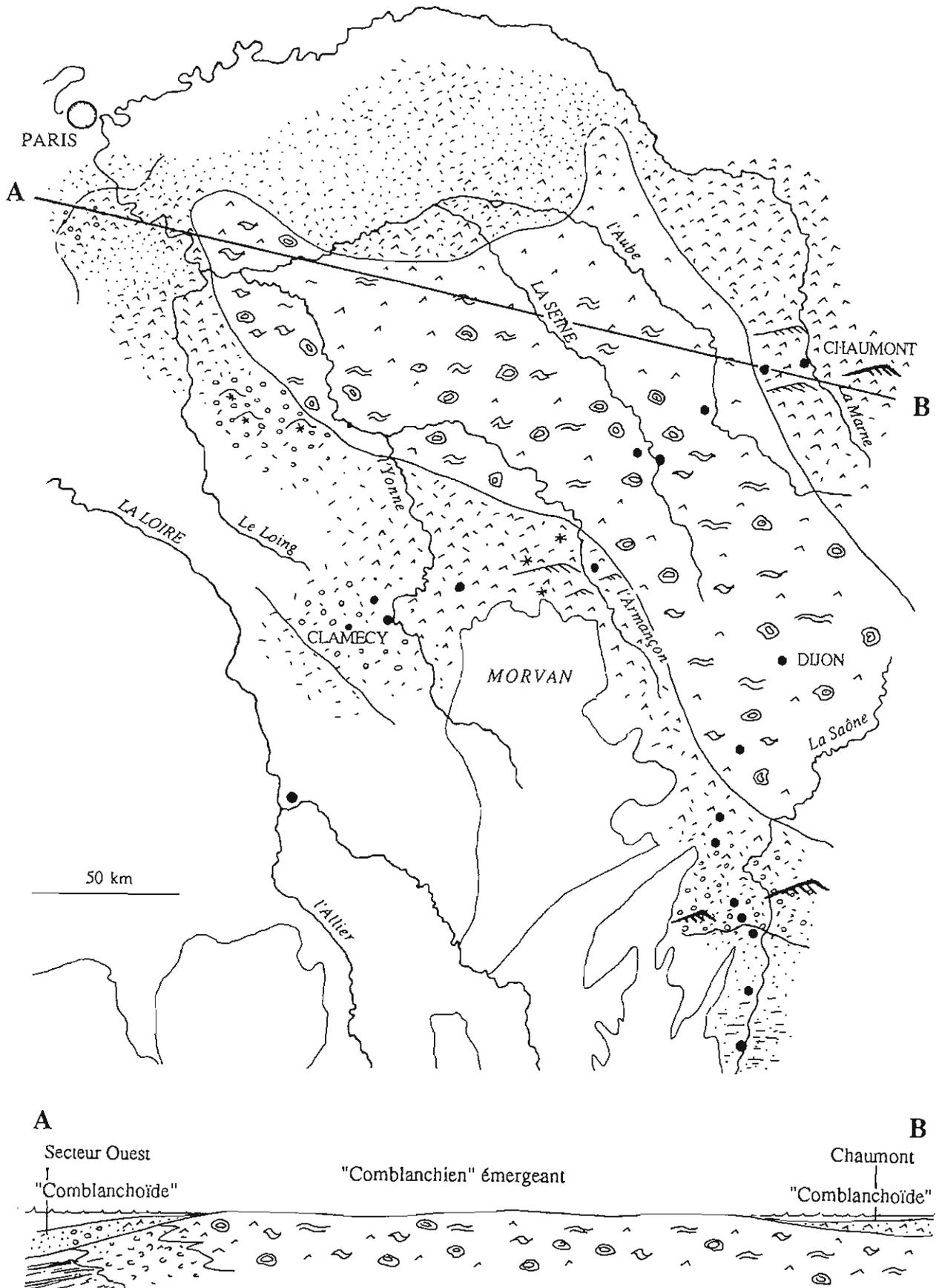
### Les environnements de la partie sud de la plate-forme intracratonique pariso-bourguignonne

Les formations sédimentaires d'âge Bajocien à Callovien moyen qui affleurent en Bourgogne méridionale sont générées dans des environnements de dépôt aussi bien proximaux que distaux qui caractérisent la partie sud de la plate-forme intracratonique pariso-bourguignonne. Ainsi, dans ce secteur clé, les changements d'environnements marquent bien la succession d'ennoiements - ou immersions - et de diminutions de profondeur - voire émerSIONS - ayant affecté la plate-forme.

Après le remblayage lié au dépôt des "Calcaires à entroques" au cours de l'Aalénien supérieur et du Bajocien inférieur-moyen, quatre phases majeures d'ennoiements-immersions doivent être distinguées. Elles sont soulignées par la mise en place, par rétrogradation, de vasières externes : au Bajocien supérieur, à la fin du Bathonien moyen-début du Bathonien supérieur, au Bathonien final-Callovien basal, au Callovien inférieur. Les dépôts marneux, spécifiques de ces vasières, constituent autant d'écrans imperméables : cas des "Marnes à *acuminata*", "Marnes à *bellona*", "Marnes à *Eudesia*", "Marnes à Digionelles", etc...

Quatre phases majeures de diminutions de profondeur-émersions alternent successivement avec les phases précédentes. Elles sont marquées par l'installation, par remblayages sédimentaires des espaces créés, d'environnements superficiels, à fort hydrodynamisme : au Bathonien inférieur, au début du Bathonien supérieur (Fig. 37 et 38), au Callovien basal, au Callovien inférieur. Les dépôts souvent granulaires, typiques de ces environnements, sont propices à la création de réservoirs potentiels : cas de l'"Oolite blanche", des "Calcaires de Comblanchien", de la "Pierre de Dijon-Corton", de la "Pierre de Ladoix".

Au sein de ces quatre phases majeures, des étapes évolutives de même nature (ennoiements - diminutions de profondeur) sont également mises en évidence par les reconstitutions paléogéographiques. Ainsi, par exemple, les genèses des systèmes "Pierre de Dijon-Corton" et "Pierre de Ladoix", au Bathonien final et au Callovien inférieur, résultent de la répétition de telles étapes (Fig. 39 à 43). Elles aussi sont associées à la migration de cortèges sédimentaires marneux - écrans imperméables - et de cortèges sédimentaires granulaires - réservoirs potentiels.



**Fig. 39** - Une paléogéographie au toit du système "Comblanchien" (Bathonien supérieur, Z. à Discus). Dépôt des calcaires "comblanchiens" de milieux subtidaux en périphérie de la plateforme pariso-bourguignonne, autour des "Calcaires de Comblanchien" de milieux subtidaux à supratidaux. Les calcaires "comblanchiens" forment des prismes de bordure de plate-forme proximale. Ils se mettent en place en contexte d'élévation du niveau marin relatif. D'après C. Javoux (1991).

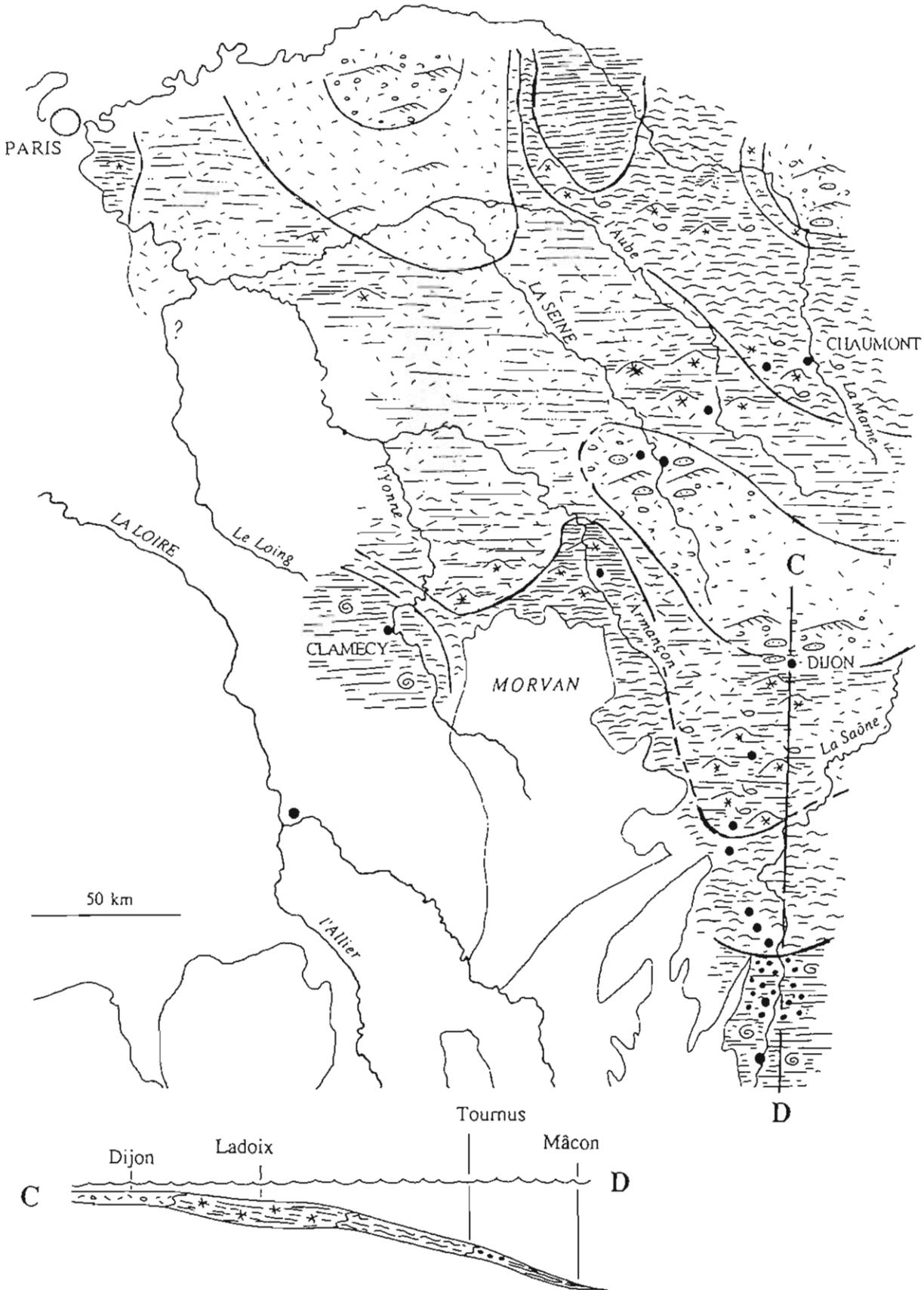


Fig. 40 - Une paléogéographie pour la base de la lère séquence de la partie supérieure du système "Pierre de Dijon-Corton" au-dessus de la discontinuité d5c (Callovien inférieur, Z. à Macrocephalus, s.Z. à Bullatus ou à Kamptus) : ennoisement maximum, installation quasi-générale des vasières marneuses de plate-forme distale. Persistance toutefois d'une plate-forme relativement proximale avec épandages bioclastiques et oolitiques au Centre du Bassin Parisien. Approfondissements locaux accentués par structuration tectonique. D'après C. Javaux (1991).

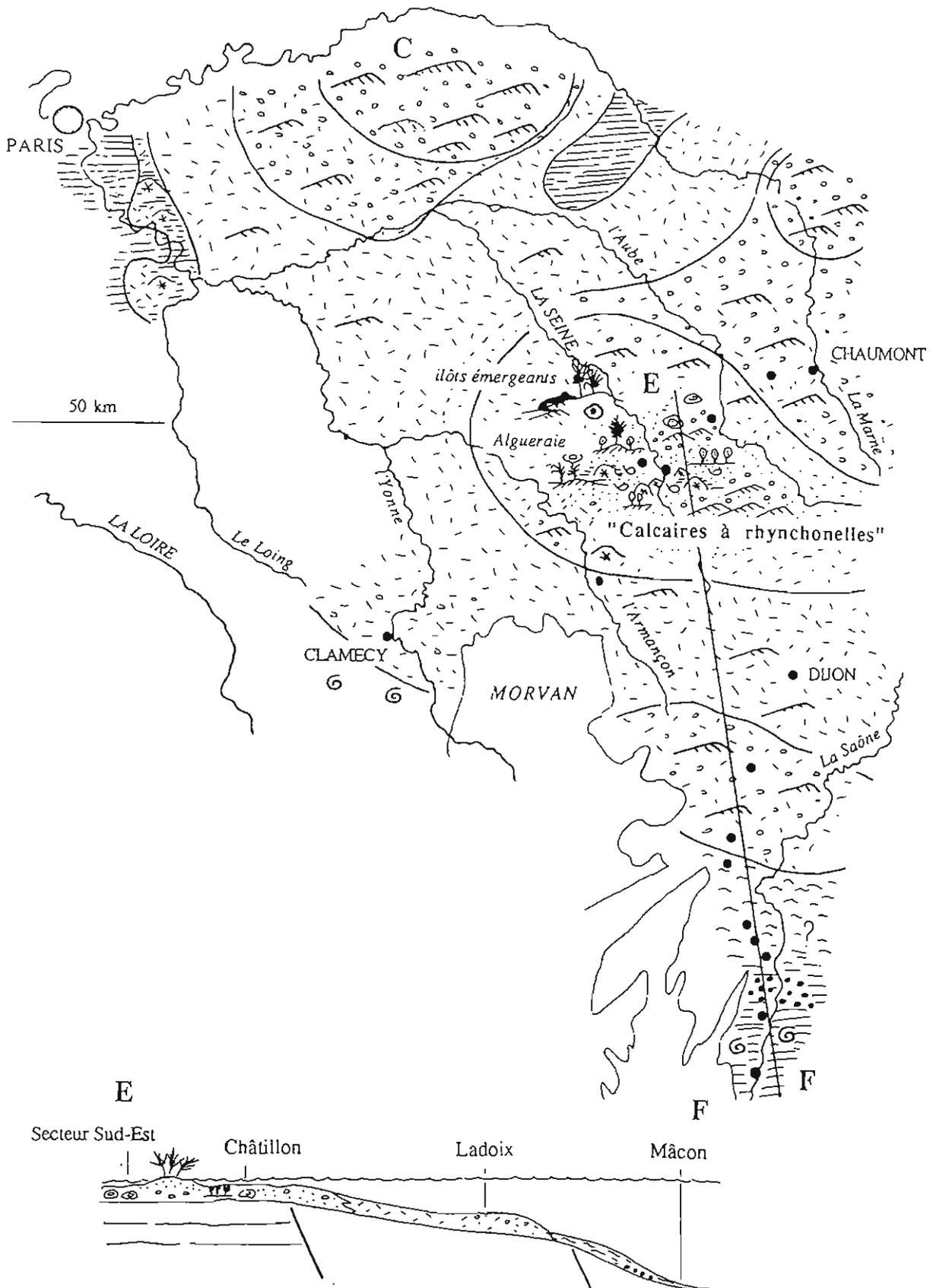
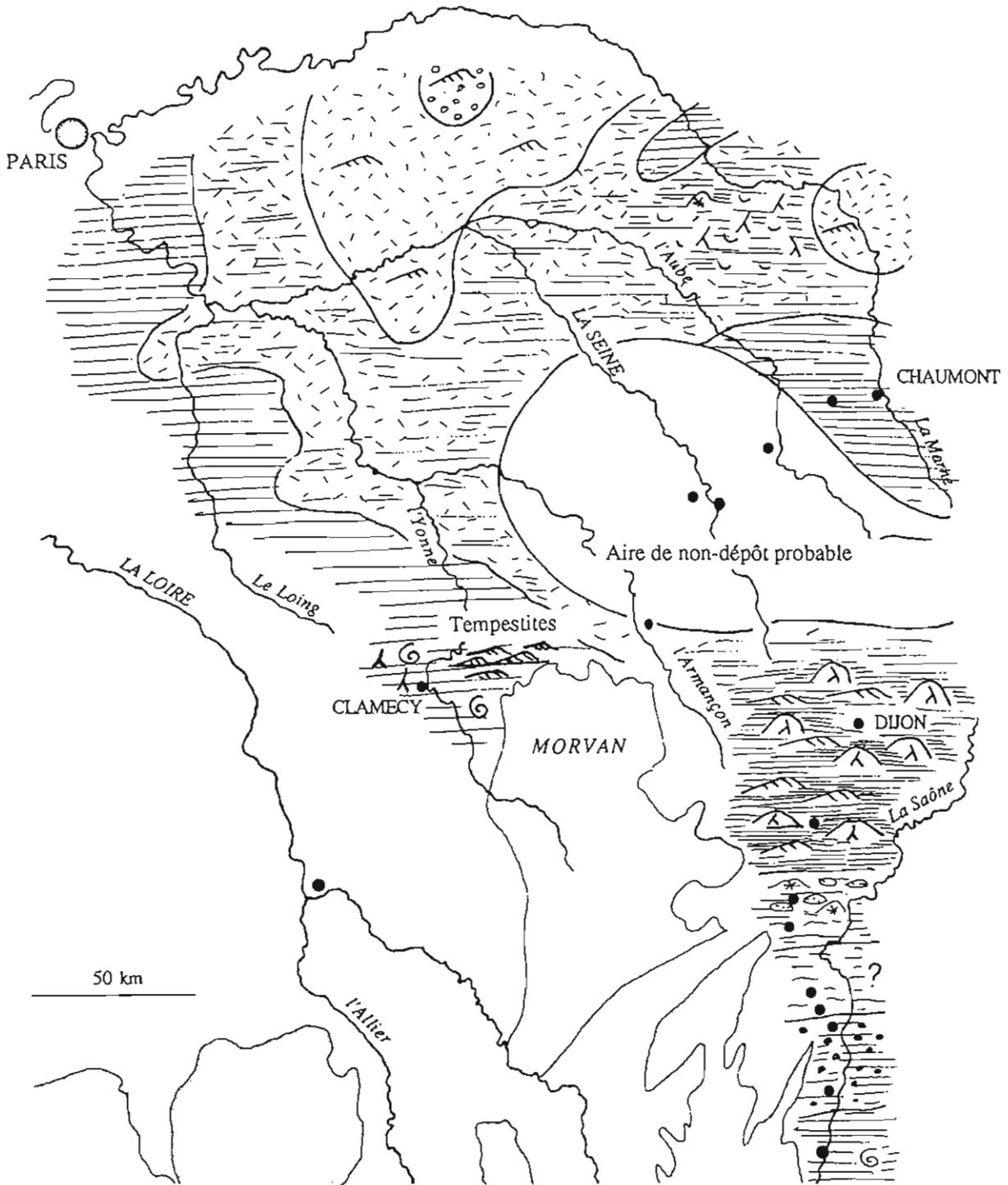
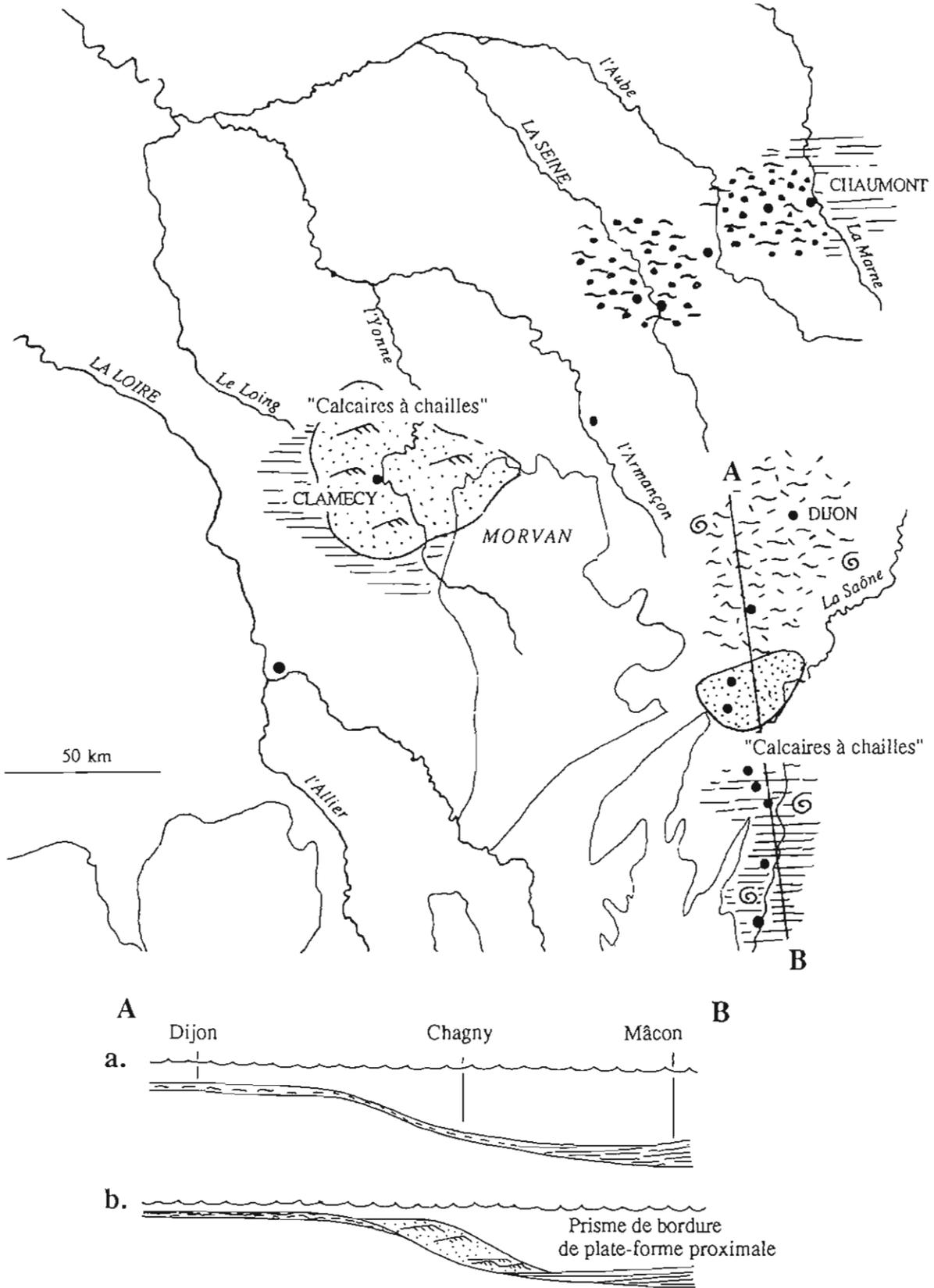


Fig. 41 - Une paléogéographie pour le sommet du système "Pierre de Dijon-Corton" (Callovien inférieur, Z. à *Macrocephalus*, s.Z. à *Bullatus* ou à *Kamptus*) : développement extensif des milieux proximaux d'épandages oolitique et bioclastique. Installation dans le Châtillonnais de milieux très littoraux susceptibles d'émerger et dépôt des "Calcaires à rhynchonelles". D'après C. Javaux (1991).



**Fig. 42** - Une paléogéographie pour la partie médiane du système "Pierre de Ladoix" (Callovien inférieur, Z. à Gracilis, s.Z. à Koenigi) : développement centripète des vasières marneuses distales au Sud et à l'Ouest de la plate-forme. Les aires de migration de dunes oolitiques et bioclastiques sont réduites au Centre et à l'Est du Bassin Parisien. Le Châtillonnais continue vraisemblablement d'émerger. D'après C. Javaux (1991).



**Fig. 43** - Une paléogéographie pour un système sédimentaire au Callovien moyen, Z. à Coronatum. **a.** 1ère étape : développement des vasières marneuses et dépôt de calcaires argileux à filaments avec ou sans oolites ferrugineuses en contexte de haut niveau marin relatif. **b.** 2ème étape immédiatement postérieure : dépôt des "Calcaires à chailles" formant des prismes de bordure de plate-forme en contexte de baisse du niveau marin relatif. D'après C. Javoux (1991).

## SYSTEMES SEDIMENTAIRES

### Des spécificités liées à des environnements de plate-forme proximale

Les systèmes sédimentaires "Oolite blanche", "Comblanchien", "Pierre de Dijon-Corton", "Pierre de Ladoix", "Etrochey"... ont leurs spécificités définies par la dynamique environnementale de la plate-forme pariso-bourguignonne. Les milieux auxquels ils se rattachent, quoique tous proximaux, ont tous une organisation à chaque fois différente, d'où une nature et une distribution spatio-temporelle des formations sédimentaires à chaque fois nouvelles.

Ainsi, le système "Oolite blanche", appartenant à un immense platier superficiel de genèse et d'épandage oolitique, semble répondre à une dynamique de plate-forme très peu subsidente, à sédimentation très rapide et progradante, centrifuge.

Ainsi, le système "Comblanchien", attaché à des milieux de dépôt beaucoup plus variés, tous très peu profonds mais aussi bien protégés qu'ouverts sur le large marin, semble répondre à une dynamique de plate-forme relativement plus subsidente, à sédimentation irrégulière, à tendance dominante aggradante.

Ainsi, les systèmes "Pierre de Dijon-Corton" et "Pierre de Ladoix" dont les milieux de dépôt sont aussi très variés mais de plus en plus ouverts sur le large marin, correspondent à une dynamique de plate-forme s'ennoyant par à-coups et de façon de plus en plus accentuée (cf. Paléogéographies), d'où une entrave pour la productivité des carbonates purs.



## "*DEPOSITIONAL SEQUENCES*"

### 4 séquences rythmant enfoncements et ennoiements de la plate-forme de plus en plus marqués

Les reconstitutions paléogéographiques et la définition des systèmes sédimentaires permettent la distinction de 4 "*depositional sequences*" (S1, S2, S3, S4 sur Fig. 44). La nature et la géométrie des cortèges sédimentaires qui constituent ces 4 séquences sur la bordure méridionale de la plate-forme pariso-bourguignonne permettent de définir le caractère dominant de chacune d'elles :

- progradant pour S1, d'âge Bajocien supérieur à Bathonien inférieur ;
- agradant pour S2, d'âge fin du Bathonien moyen à début du Bathonien supérieur ;
- rétrogradant pour S3 et S4 (plus une S5 dans le Châtillonnais), d'âge Bathonien final à Callovien inférieur.

La succession de ces "*depositional sequences*", avec leur caractère dominant, correspond à l'évolution de l'ensemble de la plate-forme pariso-bourguignonne : S1 à S4 (et S5) résultent d'enfoncements et d'ennioiements de plus en plus marqués. La sédimentation suivante, calcaréo-argileuse à oolites ferrugineuses, souligne l'accentuation de cette évolution : à partir du Callovien moyen, la plate-forme tend à être totalement ennoyée (Fig. 44) pour finir par disparaître au Callovien supérieur (zone à Athleta).

Cette évolution dérive donc d'une élévation générale du niveau marin relatif. Elle est probablement à mettre en relation avec le tectono-eustatisme lié à l'évolution à la fois de la Téthys et de l'Atlantique. En effet, la bordure méridionale de la plate-forme pariso-bourguignonne peut être considérée comme la frange la plus externe de la marge téthysienne, tandis que la bordure septentrionale de cette même plate-forme est en connexion avec l'Atlantique.

L'ensemble des "*depositional sequences*" S1 à S4 (et S5) s'intègre donc dans une évolution en approfondissement et en transgression à long terme : de l'ordre de 15 à 18 MA.

## **Discontinuités - limites de séquences soulignées par des événements diagénétiques à conséquences sur porogénèse-poronécrose**

Les discontinuités-limites des "*depositional sequences*" (LS sur Fig. 44) ont enregistré les événements diagénétiques reflétant d'une part, les moments d'abandon de la plate-forme (émersions) et d'autre part, les moments de sa remise en eau marine.

Les moments d'abandon de la plate-forme sont marqués notamment par des phénomènes de dissolution intense et de cimentation très limitée, d'où une porogénèse particulièrement accrue sur les calcaires granulaires, et la création de réservoirs potentiels.

Les moments de réoccupation marine se traduisent par des phénomènes de cimentation, et de minéralisation, d'où une poronécrose.

De S1 à S4 (et S5), les événements diagénétiques favorables à la porogénèse sont, de façon générale, de moins en moins prononcés, au profit des événements favorables à la poronécrose. Ceci est en relation avec l'évolution générale en approfondissement et en transgression de la plate-forme. Dans le détail, des évolutions de même nature sont reconnaissables à l'échelle des paraséquences, à l'intérieur même des "*depositional sequences*".

Lors des bas niveaux marins relatifs auxquels correspondent les limites de séquences, des prismes de bordure de plate-forme proximale (PBPFp. sur Fig. 44) se mettent en place. Les mécanismes de sédimentation de ces prismes, leurs faciès, leur diagenèse particulière, leur localisation précise et restreinte, leurs épaisseurs relativement importantes, en font des corps-réservoirs potentiels.

Lors des hauts niveaux marins relatifs tardifs des "*depositional sequences*" et des bas niveaux marins relatifs associés aux limites de séquences, les progradations calcarénitiques du centre de la plate-forme proximale sont susceptibles d'émerger. Leurs faciès, leurs épaisseurs, leur diagenèse dominée par des dissolutions, en font aussi des réservoirs potentiels.

# DEUXIEME PARTIE

## LES FORMATIONS D'AGE OXFORDIEN

dans la vallée de l'Yonne

# 3ème JOURNEE

## Formations d'âge Oxfordien dans la vallée de l'Yonne

(J.C. Menot)

- . Arrêt 1 : Passage à niveau, Châtel-Censoir
- . Arrêt 2 : Le Saussois
- . Arrêt 3 : La Roche aux Poulets près de Merry-sur-Yonne
- . Arrêt 4 : Carrière du Bois du Parc
- . Arrêt 5 : Carrière des Quatre Pieux
- . Arrêt 6 : Ligne de chemin de fer au Sud de Mailly-la-Ville
- . Arrêt 7 : Carrière de Vermenton

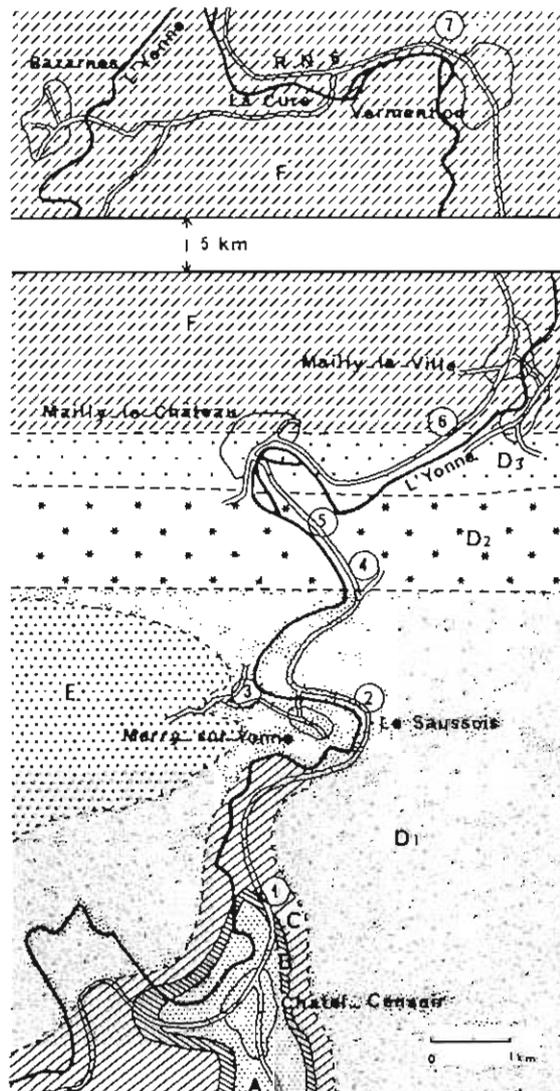


Fig. 45 - Localisation des affleurements visités dans la vallée de l'Yonne

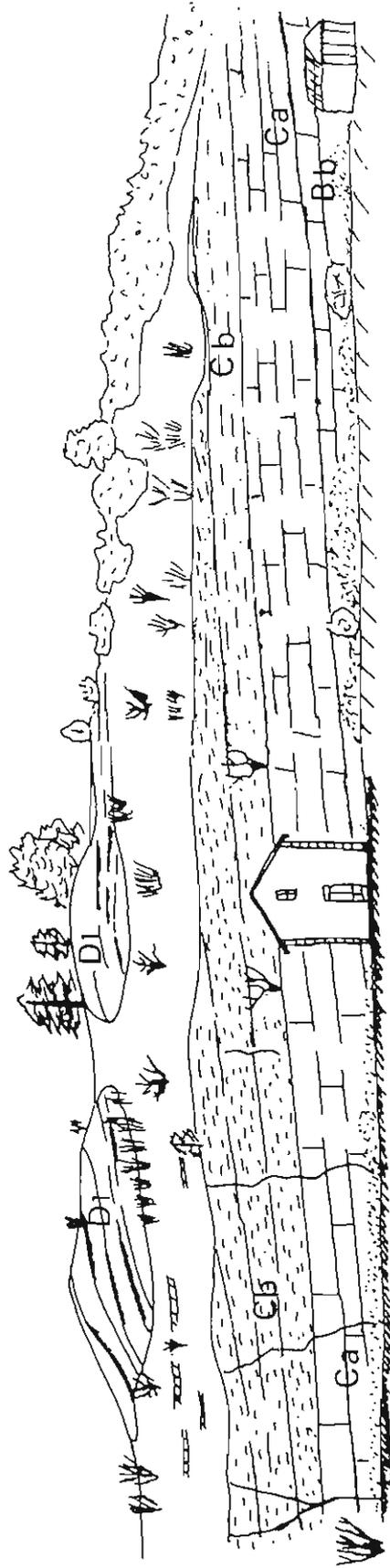


Fig. 46 - Aspect général de la base de la série d'âge Oxfordien - Châtel-Censoir

- Bb : calcaires à chailles noduleuses, ammonites et pholadomyes
- Ca : calcaires micritiques à brachiopodes, spongiaires et rares microsolenidés
- Cb : biostrome à microsolenidés
- D1 : complexe récifal supérieur, faciès progradants

## Arrêt n° 1

### Passage à niveau de Châtel-Censoir

#### I - ASPECT GENERAL

Les couches présentent un pendage général en direction du Nord. Trois unités sont visibles de bas en haut (Fig. 46 et 47) :

- un ensemble de bancs assez compacts - unité B
- (N.B. : L'unité A n'est pas visible du point d'examen général de la coupe)
- un ensemble de bancs à débit en plaquettes - unité C
- un ensemble supérieur présentant des pseudolitages prononcés - unité D1

#### II - LA SUCCESSION VERTICALE (FIG. 47 )

##### 1) Unité A - calcaires oolitiques calloviens

Ils forment le substratum régional des formations récifales oxfordiennes et sont constitués par des *grainstones* oolitiques et bioclastiques beige-jaunâtre ou rosés, en bancs pluridécimétriques, au sein desquels apparaissent de nombreuses silicifications horizontales ou chailles rubannées. Leur âge est mal déterminé ici en l'absence de fossiles caractéristiques. Par comparaison avec des faciès équivalents datés par quelques ammonites dans des régions voisines, on les rattache au Callovien moyen, sans doute zone à *Coronatum* ; leur sommet atteint peut-être la base du Callovien supérieur, zone à *Athleta*.

Dans les derniers centimètres, le microfaciès -pelbiosparite- est au premier abord assez comparable à celui existant en dessous ; les peloïdes plus abondants et les bioclastes (essentiellement des débris échinodermiques) plus secondaires, sont toujours bien calibrés 150 à 250 mm. Mais des caractères particuliers très intéressants s'y manifestent.

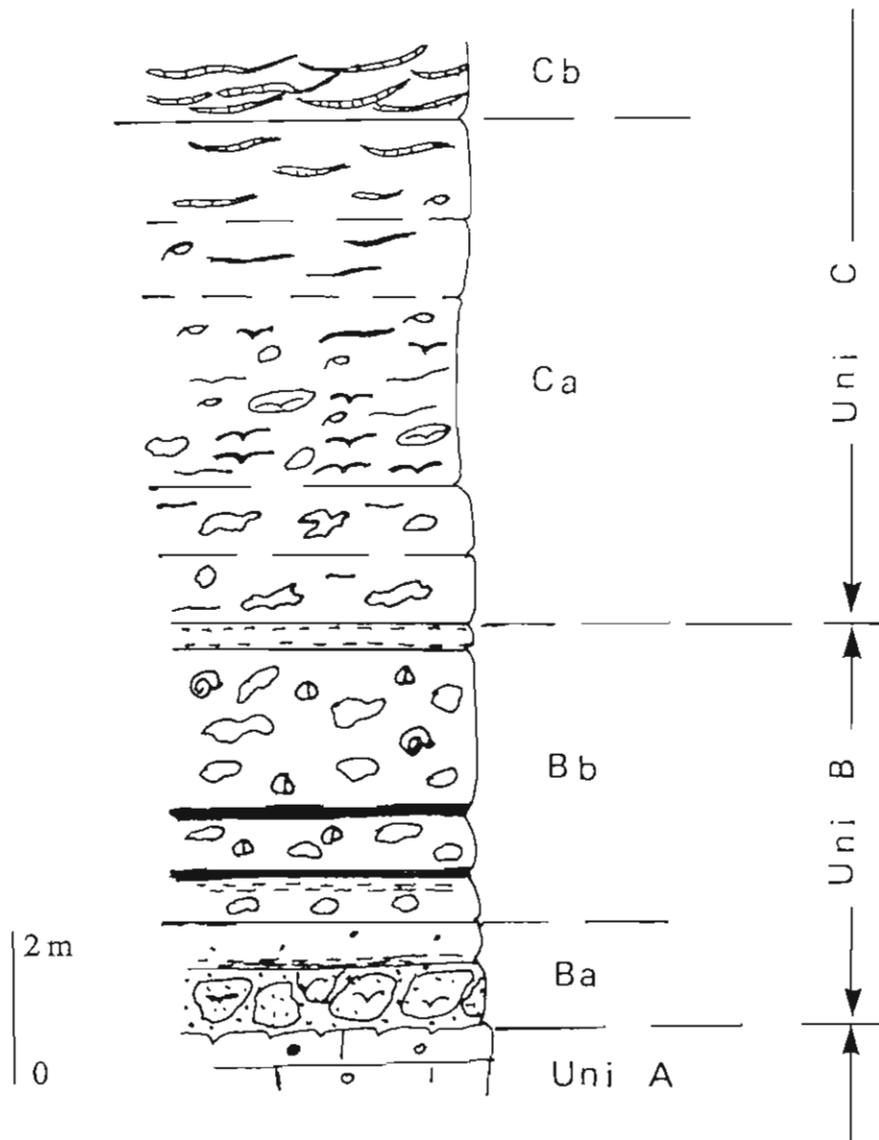


Fig. 47 - Détail de la base de la série. Passage à niveau de Châtel-Censoir

A : calcaires d'âge Callovien

Ba : calcaires glauconieux

Bb : calcaires à chailles noduleuses, ammonites et pholadomyes

Ca : calcaires micritiques à brachiopodes, spongiaires et rares microsolenidés

⊙ Glaucanie

☞ Chailles

~ Spongiaires

☞ Microsolénidés

⊙ Ammonites

☞ Pholadomyes

--- Calcaires argileux

- 1 - Présence autour des grains de ciments précoces fibreux isopaques bien développés dans les trois derniers centimètres.
- 2 - Présence locale au sommet d'une micrite de percolation qui peut descendre jusqu'à 5 ou 6 cm sous le sommet de la formation ; dense et emplissant tous les espaces intergranulaires, sur 1 à 2 cm, elle est plus claire, plus disséminée et localisée en quelques points en dessous.
- 3 - Là où la micrite de percolation est absente, présence d'une sparite secondaire.
- 4 - Développement, localement important, ailleurs plus diffus ou inexistant, d'une silicification dans les deux ou trois derniers centimètres. A la base, les grains sont encore reconnaissables en fantômes. Très vite vers le haut l'importance du phénomène augmente ; la silicification déborde les grains originels et donne naissance à des masses où toute structure initiale a disparu. Ces zones siliceuses à structure orbiculaire englobent des îlots de taille variable de calcaire initial non transformé, ou laissent apparaître en leur sein des petites zones calcitiques. La diminution de l'intensité de la silicification du haut vers le bas prouve que cette épigénie s'est effectuée *per descensum*.
- 5 - Développement d'une surface de troncature avec perforation par des lithophages qui recourent les grains carbonatés, les ciments précoces, les ciments de percolation et les silicifications.
- 6 - Apparition d'une ferruginisation qui tapisse les parois des perforations et affecte, toujours *per descensum*, la périphérie des grains là où la silicification ne s'est pas manifestée.
- 7 - Remplissage de la majeure partie des perforations par une micrite dense à spicules de spongiaires et très rares grains de glauconie, qui correspond aux faciès oxfordiens sus-jacents, cependant quelques perforations non remplies par le sédiment micritique supérieur sont comblées par de la sparite. Il en est de même de certaines bioturbations (terriers horizontaux) rencontrées à quelques centimètres sous la surface horizontale.

On voit ainsi qu'entre la fin de la sédimentation callovienne et la reprise de la sédimentation oxfordienne, toute une série de phénomènes sédimentaires et diagénétiques se déroulent dans un ordre qu'il est possible de retrouver :

- 1 - dépôt du sédiment callovien à péloïdes et bioclastes,
- 2 - cimentation précoce de ce sédiment qui ne peut plus alors subir d'ablation postérieure,
- 3 - percolation de micrite,
- 4 - silicification,
- 5 - perforations par des lithophages,
- 6 - ferruginisation,
- 7 - reprise de la sédimentation micritique oxfordienne.

S'il est possible de rattacher au Callovien moyen ou supérieur les phénomènes 1, 2 et à l'Oxfordien moyen le 7, il est totalement impossible de préciser la période exacte au cours de laquelle se produisent les événements 3 à 6 de même qu'il n'est pas possible de dire quand se produit la cimentation tardive par de la calcite drusique. Dans tous les cas, cette succession correspond à un approfondissement du milieu sédimentaire qui, de infratidal supérieur à hydrodynamisme notable, passe à infratidal inférieur à hydrodynamisme très faible ou nul.

## 2) Unité B

Elle peut être subdivisée en deux sous-unités :

### a) Sous-unité Ba : Calcaire glauconieux à grain fin - formé de 2 bancs

1 - Banc de 75 à 80 cm défini par J. Lambert (1884) : comme "calcaire dur, noduleux, roussâtre, piqueté de taches ferrugineuses". L'aspect noduleux provient de la présence de masses ou rognons très durs séparés par des zones peu consolidées, presque pulvérulentes. Il s'agit sans doute d'un phénomène d'altération locale peut-être en liaison avec des bioturbations initiales du sédiment. La macrofaune, peu abondante, comprend des lamellibranches à l'état de moule interne, des fragments de tiges de crinoïdes (*Millericrinus*), quelques térébratules, "*Terebratula silicicola* (Boul.), des spongiaires, des tubes de serpulidés, de rares pleurotomaires, enfin quelques ammonites le plus souvent très usées : *Perisphinctes* cf. *plicatilis* (Sow.), *Cardioceras laevigatum* (Bod.), *Cardioceras vertebrale* (Sow.), *Pachyceras* sp. qui donnent un âge Oxfordien moyen, zone à Plicatilis.

Le microfaciès relativement constant, est une pelbiomicrosparite glauconieuse ou une pelbiomicrite glauconieuse aussi bien dans les zones consolidées que pulvérulentes (planche 12, photo A). La différence entre les deux est une plus grande porosité et une proportion plus importante de grains de glauconie dans les secondes alors que les premières sont riches en grains ferrugineux brunâtres provenant de l'altération de la glauconie.

### 2 - Calcaire *mudstone* - *wackestone* peu glauconieux (60 cm)

Il se débite en plaquettes à sa base sur une dizaine de centimètres. Le microfaciès est comparable à celui du banc sous-jacent: pelbiomicrosparite ou pelbiomicrite. Mais la glauconie est exceptionnelle et les lithoclastes absents ; les colonies de serpulidés sont encore abondantes.

**b) Sous-unité B-b : Calcaire *mudstone* à chailles noduleuses, ammonites et pholadomyes (3,90 m)**

Il est disposé en 4 bancs d'épaisseur variable séparés à la base par des joints de calcaire argileux. Les chailles, présentes partout, sont sphériques ou ovoïdes mais parfois aussi digitées; leur taille peut atteindre une quinzaine de centimètres de diamètre.

La macrofaune comprend des ammonoïdés : *Paracoenoceras* gr. *giganteum*, *Perisphinctes pumilus* (Enay), *Dichotomosphinctes antecedens* (Saalfeld), *Dichotomosphinctes elisabethae* (De Riaz), *Subdiscosphinctes* sp., *Otosphinctes* sp., *Ochetoceras canaliculatum* (Von Buch). Cette association faunique est caractéristique de l'Oxfordien moyen, zone à *Transversarium*. On récolte en outre des lamellibranches (*Pholadomya ampla*, *Lima* sp., *Trigonia* sp.) des gastéropodes et quelques brachiopodes : "*Zelleria*" *censoriensis* (Cott.), *Galliennithyris* cf. *maltonensis* (Opp.).

Le microfaciès est une micrite fossilifère passant localement à une pelmicrosparite par fragmentation de la micrite. Les bioclastes sont essentiellement représentés par des spicules de spongiaires, soit de forme aciculaire, soit le plus souvent de forme sphérique, associés à quelques fragments de crinoïdes et de très rares foraminifères (textulariidés, lagénidés).

**3) Unité C - couches construites à polypiers lamellaires**

**a) Sous-unité C-a : Calcaire micritique à brachiopodes, spongiaires et rares microsolenidés : installation des formation récifales (6,50 à 8 m)**

Ensemble assez massif à vagues lignes de stratification discontinues. L'évolution verticale du faciès et surtout du contenu biologique permet de séparer trois niveaux successifs:

1 - La base (1,60 à 2,10 m, localement séparée en 2 bancs) est un calcaire compact à grosses chailles noduleuses parfaitement comparable à celui des couches sous-jacentes. Les ammonites et les pholadomyes sont plus rares. Les microsolenidés en colonies très minces (moins de 1 mm d'épaisseur) et flexueuses sont exceptionnels mais présents dès la base. Les spongiaires lithistidés par contre n'apparaissent qu'un peu plus haut sous forme de lames brun rougeâtre ou grises de 2 à 3 cm d'épaisseur et 10 à 15 cm de long ou sous forme de petites masses.

2 - Dans la partie médiane (2,80 m à 3,25 m) localement subdivisée en deux bancs, le calcaire prend progressivement un débit en plaquettes. Les chailles sont un peu moins abondantes, de forme plus irrégulière et à bord flou. Leur nucleus est fréquemment constitué par une colonie de spongiaire lithistidé. Les ammonites (*Orthosphinctes* sp.), *Dichotomosphinctes auriculatus* (Arkell) deviennent très rares. Les grosses pholadomyes ont pratiquement disparu. Les pectinidés sont par contre bien représentés (*Aequipecten* cf. *inaequivalvis* (Philips) *Chlamys subarticulatus* (d'Orb.), *Terqueimia ostreiformis* (d'Orb.) ainsi que les radioles de cidaridés. Enfin ce niveau voit se développer une riche faune de brachiopodes: "*Zeilleria*" *ensoriensis* (Cott.), *Galliennithyris* cf. *maltonensis* (Opp.) (cette dernière forme avait antérieurement été déterminée par erreur comme *Terebratulula censoriensis* (Roll.)). Une étude, réalisée en 1968 par J.H. Delance et J.C. Menot, a montré que "54% des spécimens ont été fossilisés soit dans leur position biologique, soit dans la position atteinte par la coquille à la mort de l'animal". De plus, dans la quasi totalité des cas, leur répartition dans la formation est assez irrégulière et surtout inverse de celles des microsolenidés et des spongiaires lithistidés.

Le microfaciès est une biomicrite ou une biopelmicrosparite, avec fragments d'échinodermes, de polypiers, de lamellibranches, brachiopodes et de nombreux spicules de spongiaires rarement aciculaires, le plus souvent sphériques, de 100 à 150  $\mu\text{m}$  appartenant à la famille des géodiidés.

3 - A la partie supérieure (2,10 à 2,50 m) la roche possède un débit en plaquettes. Les chailles et les spongiaires ont disparu tandis que les colonies de microsolenidés sont plus abondantes, plus développées et plus épaisses (de 2-3 mm à 1 cm). Les pectinidés sont toujours présents mais les brachiopodes sont moins nombreux. Le microfaciès est toujours micritique ou biopelmicrosparitique suivant les points (planche 12, photo B).

Pour l'ensemble de cette formation au niveau de laquelle s'observe l'installation des organismes constructeurs (installation du régime récifal), la nature des sédiments, la position des brachiopodes et des lamellibranches (pholadomyes et pectinidés) enterrés sur place dans leur milieu biologique (paléobiocoenose) conduisent à envisager un milieu sédimentaire calme assez peu profond. Si ces conditions hydrodynamiques semblent être restées à peu près constantes durant la période ayant présidé à la formation de ces couches, les caractéristiques du milieu sédimentaire ont dû évoluer dans le sens d'une légère diminution de la profondeur, ainsi que l'attestent les modifications du contenu minéralogique et surtout faunistique du bas vers le haut. Ainsi les nodules siliceux (chailles), les lithistidés, les pholadomyes en position de vie présents à la base disparaissent avant le sommet ; les brachiopodes, peu nombreux au début, prolifèrent dans la partie médiane pour se raréfier au sommet ; enfin les microsolenidés

apparaissent alors que les brachiopodes sont au maximum de leur développement et que les spongiaires et les chailles régressent. Ils sont en colonies très minces, millimétriques, flexueuses, traduisant des conditions écologiques encore peu favorables à leur croissance (profondeur du milieu un peu trop forte, fond trop vaseux, production sédimentaire micritique trop importante qui les ennoie,...). Ces mêmes conditions permettent la pullulation des brachiopodes. Enfin les colonies deviennent plus épaisses et plus grandes au sommet avec l'amélioration des conditions écologiques.

#### **b) Sous-unité C-b : biostrome à microsolenidés**

Au sommet de la falaise se rencontrent sur 4 m au Sud, 8 m au Nord, un calcaire à stratification peu nette laissant apparaître par place des bancs épais (2,40 à 3,60 m) dont la continuité est difficile à suivre. C'est un *packstone* à polypiers. Les colonies de microsolenidés en lames d'épaisseur centimétrique sont moyennement abondantes ; elles sont associées à des radioles de cidaridés et des pectinidés. Un *Glochiceras subclausum* a été récolté vers la base de la formation.

Le microfaciès est une biomicrite passant fréquemment à une biopelsparite (ou biopelmicrosparite ; planche 12, photo C) ; les pellets mesurent 70 à 100  $\mu\text{m}$ . Les bioclastes sont des fragments de polypiers et d'échinodermes (cidaridés et crinoïdes). Le pourcentage relatif des uns et des autres varie suivant les points de prélèvement dans la roche. Il s'y ajoute des débris de lamellibranches et brachiopodes ainsi que des tubes de serpulidés et des spicules de spongiaires le plus souvent sphériques (100 à 150  $\mu\text{m}$  de diamètre). Les foraminifères (lenticulines ou textulaires) sont rares. Il faut signaler que ces bioclastes sont couramment plus ou moins recristallisés en sparite ce qui les rend non reconnaissables. Enfin, les lames minces montrent que les colonies de polypiers sont fréquemment perforées par des lithophages, tandis que leur bordure sont le siège d'encroûtements variés soit par des serpulidés, soit par de la micrite cyanobactérienne.

Le sommet de la formation n'est pas observable en ce point, il est situé au niveau de la pente herbeuse séparant les affleurements inférieurs et supérieurs.

#### **4) Unité D : Système récifal supérieur**

Ces affleurements de calcaire *wackestone-packstone* à polypiers appartenant à la sous-unité D1 du complexe récifal supérieur ne seront pas examinés ici en détail. On peut seulement

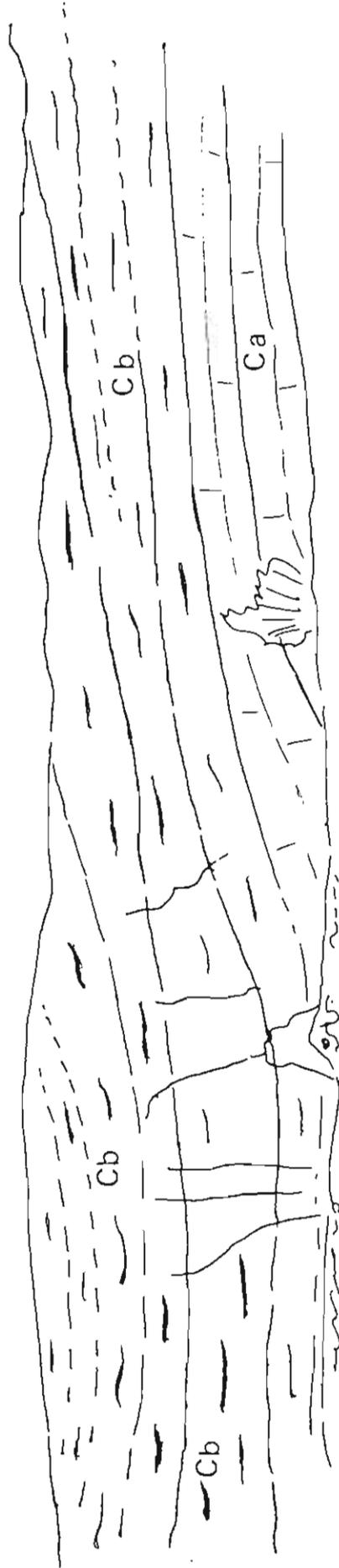


Fig. 48 - Passage à niveau de Châtel-Censoir. Modification brutale de pendage.  
Ca : calcaires micritiques à brachiopodes, spongiaires et rares microsolenités  
Cb : biostrome à microsolenités

noter le pseudolitage dû à l'altération différentielle au sein de niveaux de composition et porosité variables qui fournit des pendages faibles au Sud (2 à 3°) et beaucoup plus importants dans le rocher nord (14 à 15°). Nous reviendrons sur ces pendages sédimentaires à l'arrêt suivant.

### III - LES VARIATIONS HORIZONTALES

#### 1) Les variations de pendage et épaisseur (Fig. 46 et 48)

Les couches présentent un pendage général en direction du NNW. Dans la partie de la falaise située en arrière et au Sud du passage à niveau, il est possible de relever du bas vers le haut les valeurs suivantes :

- 3° à 4° (moyenne 3,5°) au toit des calcaires micritiques à chailles noduleuses.
- un peu plus de 2° au toit des calcaires à brachiopodes et microscoléridés ; de ce fait, leur épaisseur augmente rapidement et passe en moins de 100 m de 6,50 m au Sud à près de 8 m au Nord ;
- à peine 2° au niveau du calcaire récifal supérieur du rocher sud et de la masse rocheuse qui la prolonge.

A une trentaine de mètres au Nord du passage à niveau, les couches subissent une brutale variation de pendage qui fait disparaître à l'affleurement la couche à brachiopodes et microscoléridés (Fig. 48). En une dizaine de mètres on constate que les couches qui au Sud s'abaissent progressivement avec un pendage voisin de 2° s'inclinent fortement pour, au bout d'une dizaine de mètres, redevenir horizontales.

Dans la zone à fort pendage les valeurs mesurées au sein du biostrome inférieur diminuent du bas vers le haut - 16° à la base, 15° au 1/3 inférieur, 10° vers le sommet ; en même temps la zone à pendage maximal se déplace de quelques mètres vers le Nord.

Au-delà, vers le Nord, les plongements moins marqués présentent des valeurs variables: les couches sont d'abord horizontales sur environ 250 mètres, plongeant de 3° pendant 70 m, puis 5° durant 30 m, puis 2° sur 30 m, enfin semblent redevenir horizontales, pendant 170 m.

En face de l'écluse de Sous-Magny les couches du biostrome sont d'abord subhorizontales pendant quelques mètres ; elles s'inclinent ensuite faiblement, 2° puis le plongement s'accroît rapidement passant à 15°-16° avant de diminuer à nouveau vers la terminaison nord de l'affleurement.

De telles valeurs de plongement sont nettement supérieures à celles ordinairement relevées dans les terrains jurassiques du Sud-Est du Bassin de Paris ; elles sont purement locales. Les variations horizontales des valeurs du pendage des couches avec présence de courts secteurs à fort plongement, les diminutions des valeurs enregistrées sur une même verticale, l'augmentation corrélative de l'épaisseur des couches en direction du Nord sont les preuves d'une **déformation locale synsédimentaire du fond marin**.

Les secteurs à fort pendage correspondent à des zones de flexure qui fonctionnaient durant la période sédimentaire en exagérant progressivement l'importance de la déformation des couches inférieures. La dénivellation entre les deux compartiments n'a jamais été marquée car les sédiments sont exactement comparables de part et d'autre. Tout juste peut-on constater une légère augmentation de l'épaisseur des strates immédiatement à l'aval (c'est-à-dire au Nord) de la zone à fort pendage. Dans le sens vertical celle-ci se déplace de quelques mètres vers le Nord ce qui traduit le remplissage progressif par progradation du bord du compartiment qui s'effondre.

## 2) Caractères du biostrome à microsolenidés

Cette construction stratiforme est facilement observable au Nord du passage à niveau dans le secteur situé entre les deux zones à fort plongement. La construction est assurée essentiellement par des microsolenidés (genres *Microsolena* et *Dimorphastrea*) qui sont le plus souvent très abondants ; rares sont les points où leur densité est faible. Les autres organismes, essentiellement des pectinidés et des cidaridés, ne jouent qu'un rôle annexe. Les polypiers se présentent en colonies lamellaires de 1 à 3 cm d'épaisseur dans la masse principale, 5 à 8 cm dans la partie supérieure, s'étendant horizontalement sur 40 à 60 cm parfois jusqu'à 80 cm. Il s'agit de cupules le plus souvent assez plates donnant l'aspect d'assiettes soit régulièrement empilées, soit décalées les unes par rapport aux autres et s'appuyant sur leurs bords relevés. Certaines formes sont cependant plus bombées ressemblant à des coupes à bord plus ou moins obliques, et même parfois à des entonnoirs.

La majeure partie des colonies est disposée subhorizontalement plus ou moins parallèlement à la stratification. Cependant en quelques points apparaissent des masses de 4 à 6 m de long sur 0,80 à 1,20 m de haut au sein desquelles les lames de microsolenidés sont disposées obliquement avec une inclinaison en direction du SSE pouvant atteindre 45° à 50°. La base de ces masses est à peine marquée par une ligne de discontinuité sinueuse généralement

discrète ; leur sommet par contre est franc et bien souligné par la "discordance angulaire" existant entre les colonies fortement inclinées et celles qui les recouvrent plus ou moins horizontalement. Au sein des masses les constructions semblent disposées en paquets séparés par des lignes de discontinuité peu tranchées qui présentent la même obliquité générale. De part et d'autre de celles-ci les colonies de polypiers n'ont pas la même inclinaison.

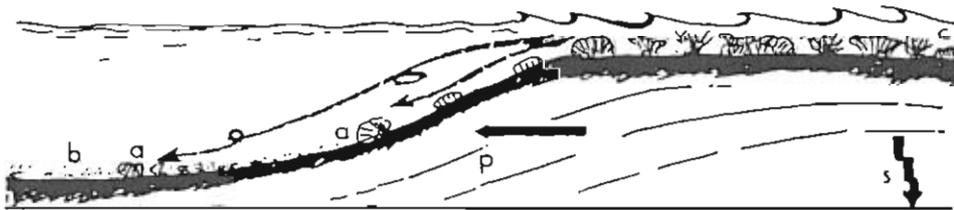
On peut donc penser que ces ensembles à polypiers redressés représentent des masses légèrement glissées sur un fond marin faiblement incliné alors que le sédiment qui emballait les constructeurs n'était pas encore consolidé. L'amplitude du glissement a sans doute été très faible mais plus importante à la base qu'au sommet de la masse ce qui a provoqué le redressement des colonies de polypiers initialement subhorizontales. En outre le mouvement a provoqué la fragmentation de la masse en petites écailles qui se sont chevauchées de l'amont vers l'aval.

Entre les organismes le calcaire matriciel est une biomicrite, rarement une biosparite. Les bioclastes proviennent essentiellement de la destruction des polypiers et des échinodermes (crinoïdes et radioles de cidaridés) ; des tubes de serpulidés et des débris de lamellibranches sont plus rares. La matrice micritique ne remplit pas toujours la totalité des espaces intergranulaires laissant des vides comblés par de la sparite ; en outre cette micrite peut s'organiser en petits pellets de 15 à 50  $\mu\text{m}$  qui sont alors réunis par de la microsparite. Tous ces caractères traduisent un environnement sédimentaire calme mais de profondeur assez faible, compatible avec le développement des importantes colonies de polypiers.



**Fig. 49** - Rochers du Saussois.

Les bourrelets saillants sont riches en coraux : constructions (c) aux vides colmatés par un sable très tôt cimenté (*grainstone* à ciment isopaque), dans les parties peu inclinées ; accumulations (a) de polypiers basculés et brisés sur les pentes fortes (qui atteignent 18°). Dans les rentrants, les polypiers sont moins denses, déplacés et cassés, emballés dans une matrice boueuse (*wackestone* à bioclastes et grains micritisés).



**Fig. 50** - Interprétation de la sédimentation au niveau des talus progradants.

Les coraux étaient florissants sur les hauts dans les eaux agitées ; les débris étaient entraînés en contrebas, en eau plus calme où les boues calcaires de précipitation (b) n'étaient pas éliminées par les courants. Le dispositif résulte d'un affaissement du fond (subsidence, s) et de l'avancée du talus (progradation, p) sous l'action de courants orientés.

## Arrêt n° 2

### Rochers du Saussois

La falaise qui domine le hameau du Saussois voit son pied le plus souvent noyé sous les éboulis ; elle s'abaisse progressivement d'Est en Ouest. Les rochers orientaux, les plus élevés (50 mètres environ de dénivelé), verticaux avec nombreux surplombs, sont utilisés par les écoles d'escalade. Cette falaise permet l'observation des faciès non examinés au sommet de l'affleurement précédent (unité D).

La roche est massive mais présente une alternance de zones en creux et en relief (Fig. 49) dues à l'altération différentielle du matériel, liée à la plus ou moins grande richesse en colonies de madréporaires qui sont rares ou absentes dans les zones en creux alors qu'elles sont très abondantes dans les parties en relief. Ces zones dessinent des pseudolitages obliques dont les valeurs maximales du plongement diminuent (16° à 18° à la base, 10° à 11° à une vingtaine de mètres sous le sommet) et dont les plans sont courbes passant rapidement de 2°-3° au SSE aux valeurs ci-dessus vers le NNW. Le sommet de la falaise est massif car constitué par une construction très riche en madréporaires.

Cette disposition générale est le résultat d'une accumulation de matériel sédimentaire par **progradation continue** en direction de NNW (direction N325° à N330°) **jointe à l'installation temporaire de constructions à polypiers.**

Mise à part la densité en polypiers, le faciès paraît au premier abord assez homogène sur toute la hauteur : calcaire blanc ou crème assez peu consolidé souvent un peu poreux. Cependant les textures varient depuis des *wackestones-packstones* présents à la base de la falaise et dans les parties pentues des pseudolitages jusqu'à des *grainstones* rencontrés dans la partie supérieure de la falaise ainsi qu'au sommet des zones subhorizontales ou peu inclinées des pseudolitages (sommet des talus de progradation). Les lames minces présentent des éléments de taille allant de 25 à 30  $\mu\text{m}$  à 3 ou 4 mm (planche 12, photo D). Les bioclastes les plus fréquents et les plus gros sont constitués par des polypiers souvent totalement ou presque totalement recristallisés et par des débris d'échinodermes (radioles d'échinides et surtout entroques). Les autres bioclastes, plus petits et moins abondants, sont des fragments de lamellibranches, brachiopodes, gastropodes, tubes de vers ainsi que des spicules sphériques de

spongiaires. Les peloïdes sont généralement petits, anguleux ou plus ou moins arrondis. Enfin par place s'observent de petits oncolites ou d'autres grains micritiques à structure non concentrique sans doute d'origine algale. Dans les secteurs à fort pendage, ces éléments sont emballés au sein d'une micrite qui localement peut ne pas emplir totalement les espaces intergranulaires, laissant ainsi un peu de place à de la sparite ou de la microsparite. Dans les secteurs subhorizontaux, le ciment est sparitique avec très souvent deux générations : l'une précoce de sparite fibreuse isopaque qui cerne les grains, l'autre plus tardive de sparite en grands cristaux qui comble les vides restants.

La macrofaune est constituée par des térébratules (*Galliennithyris* gr. *maltonensis* (Opp.), *Juralina bauhini* (Et.), des *Diceras* et des nérinées localisés en certains points et absents ailleurs mais fréquemment associés, des *Chlamys*, pectens, tridacmes et enfin des crinoïdes dont on peut récolter de gros fragments de rhizoïdes, tiges ou calices. Ces organismes et surtout les crinoïdes, *Diceras* et nérinées sont essentiellement rencontrés dans les zones pauvres en polypiers ou associés aux grandes gerbes de polypiers rameux.

Les polypiers ont des formes variées : colonies massives plus ou moins sphériques ou en lames épaisses, colonies branchues en gerbe de petite taille (20 à 30 cm de haut) ou bien plus développées (1 m à 1,50 m). Dans les zones en relief, ces organismes sont en position de vie et participent à l'élaboration de constructions de type biostrome ou bioherme. Les édifices sont installés sur le haut des talus de progradation (Fig. 50) ; ils s'amenuisent très vite et le nombre des constructeurs diminue rapidement dès que le pendage des litages obliques augmente. Ils ont disparu là où le plongement est le plus fort. Bien qu'une partie seulement de ces constructions soit observable on peut penser qu'elles ont un aspect lenticulaire.

Le sommet des rochers principaux voit se développer une construction épaisse de 12 à 15 mètres que l'on suit vers l'Est et le Sud-Est. Vers l'Ouest, l'abaissement de la falaise provoque sa disparition.

Dans les parties en creux des falaises, les très rares polypiers rencontrés sont soit des fragments de colonies soit des colonies entières basculées et en position quelconque. Ce sont donc des éléments glissés à partir des constructions.

Il faut enfin signaler la présence en un point des rochers, à une quinzaine de mètres sous le sommet, d'une zone où les polypiers très abondants sont disposés d'une manière quelconque, couchés, renversés, fragmentés, aussi bien les petites formes rameuses que les moyennes ou grosses formes massives. Le sédiment qui les emballe est riche en fragments de

polypiers. On peut penser que nous sommes ici en présence d'une partie de construction développée sur le bord supérieur d'un talus de progradation et qui a glissé en masse en se dissociant.

### **Conclusion :**

Le principal enseignement fourni par les affleurements du Saussois est de caractériser la sédimentation d'une grande partie de l'ensemble récifal supérieur (unité D - sous-unité D1).

Sur une plate-forme très peu profonde, la sédimentation prograde d'une manière continue en direction du NNW. Mais en un point donné, l'apport du matériel sédimentaire est irrégulier de sorte qu'en période d'apport faible, les constructeurs peuvent s'installer sur le haut des talus de progradation tandis qu'ils sont noyés par les arrivées importantes de bioclastes et peloïdes.

La nature des ciments intergranulaires prouvent que le sommet des talus de progradation était situé près de la surface de l'eau dans la zone infratidale supérieure alors que le front des mêmes talus et *a fortiori* leur base se trouvaient dans des domaines à hydrodynamisme moins marqué permettant une importante précipitation de carbonate de calcium et la rétention de ses fines particules entre les grains du sédiment.



Ouest

Est

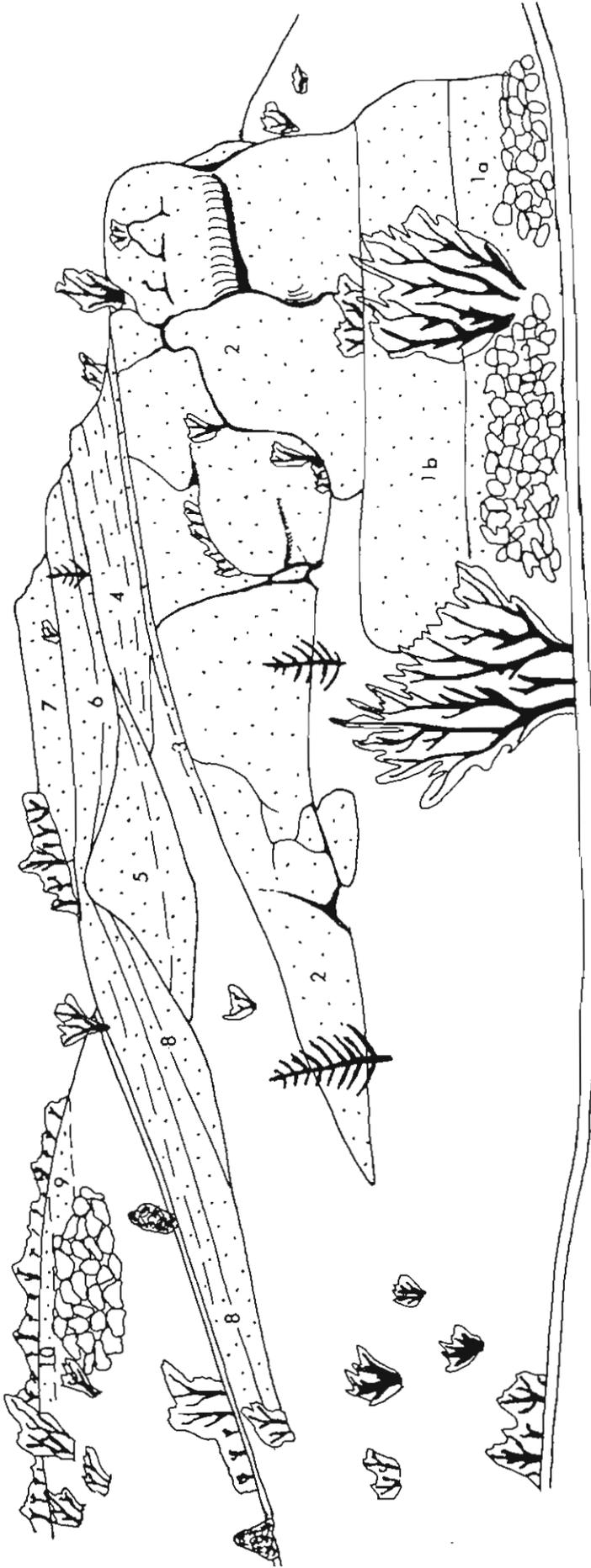


Fig. 51 - Affleurement de la Roche aux Poulets.

*Couches construites*

- 1- couches de base
- 2- bioherme inférieur
- 3-4- couches biostromales moyennes
- 5- bioherme supérieur
- 6-7- couches biostromales supérieures
- 8- couches biostromales latérales

*Faciès terminaux d'émerision*

- 9- grainstone à bird's eyes laminés
- 10- faciès de plage

## Arrêt n° 3

### La Roche aux Poulets

#### Au Nord-Ouest de Merry-sur-Yonne

Le flanc du vallon laisse apparaître sur 45 mètres de hauteur une série de falaises qui sont symétriques des rochers du Saussois par rapport à la vallée de l'Yonne. Mais la différence d'altitude enregistrée entre les niveaux que l'on peut considérer comme équivalents de part et d'autre, laisse supposer la présence au niveau de la vallée d'une faille qui abaisserait d'environ 25 mètres le compartiment de la Roche aux Poulets. De ce fait, le sommet des rochers du Saussois correspond à la partie inférieure de l'affleurement que l'on va étudier ci-dessous, tandis que la partie supérieure de ce dernier n'est pas représentée au Saussois, enlevée par l'érosion.

La succession verticale au niveau de l'affleurement principal est la suivante (Fig. 51) :

#### 1) Les niveaux inférieurs

a) **Le premier banc** (1,45 m au maximum) est constitué par un calcaire graveleux blanc peu consolidé. On y récolte de nombreux *Diceras* et nérinées aux coquilles très usées ainsi que des térébratules (*Juralina bauhini* (Et.), *J. rauraca* (Roll.), *J. cotteau* (Douv.). Les polypiers massifs ou branchus sont rares et surtout localisés dans la partie supérieure du banc.

Les lames minces (planche 12, photo E) montrent des oncoïdes micritiques sphériques ou ovoïdes de 1 à 3 mm de diamètre à nucleus de taille et de nature variables (fragments de lamelibranches et gastropodes, entroques et radioles d'échinodermes et même coquille de petites térébratules). L'épaisseur de l'encroûtement est inversement proportionnelle à la taille du nucleus et les quelques gros débris de polypiers (4 à 6 mm) ne sont pas encroûtés. La périphérie des oncoïdes est parfaitement régulière mais entre le bord micritique très mince (quelques micromètres) et le reste de la masse micritique existe fréquemment un espace sparitique. Pour expliquer ce phénomène on peut penser qu'une induration de la périphérie des oncoïdes s'est produite très précocement et qu'un peu plus tard le reste de la masse s'est rétracté, sans doute par perte d'eau, en se décollant plus ou moins de la bordure indurée.

Entre les oncoïdes existe localement une matrice micritique très lâche ; ailleurs, les espaces intergranulaires sont comblés par un ciment sparitique au sein duquel se différencie, sur la bordure des éléments figurés, une première couche isopaque de ciment précoce formée de fines aiguilles de carbonate de calcium, disposées perpendiculairement à la surface des grains.

Ces différents caractères prouvent que le sédiment s'est élaboré dans un milieu marin très peu profond dont l'hydrodynamisme restait toutefois assez modéré et permettait le maintien local de la micrite intergranulaire. Il faut noter que la présence de micrite semble inhiber la précipitation des ciments précoces qui ne sont bien développés que là où la matrice microcristalline est absente ou très lâche.

**b) Deuxième banc** - Calcaire construit à polypiers (3,80 à 4 mètres).

La caractéristique essentielle est l'extrême abondance des polypiers en position de vie et la diversité de leurs formes. En effet, aux gerbes de polypiers rameux qui peuvent atteindre 1,60 m de hauteur, s'associent des formes massives hémisphériques (jusqu'à 15-20 cm de diamètre) ou en lames épaisses (10-15 cm). A ces constructeurs principaux s'associent quelques colonies de chaetétidés formant des masses sphériques de 10 à 15 cm de diamètre, ainsi que des térébratules (*Juralina bauhini* (Et.) et *J. rauraca* (Roll.)). Par contre, les *Diceras* et nérinées, fréquents dans le banc inférieur, deviennent exceptionnels ici.

Le sédiment encaissant est caractérisé par la grande abondance des fragments de polypiers ; il est de texture *wackestone* rarement *packstone*. Il peut très localement être stratifié.

Dans toutes les lames minces s'observent toujours les mêmes bioclastes : essentiellement fragments de polypiers, parfois grossiers, et débris d'échinodermes, plus rarement des restes de lamellibranches, brachiopodes et tubes de vers. Le liant est le plus souvent micritique, sauf là où cette calcite microcristalline s'organise en peloïdes (100-150 µm jusqu'à 2 mm), qui sont alors réunis par un ciment sparitique.

Les variations des microfaciès d'un point à un autre proviennent des modifications dans les pourcentages respectifs des bioclastes et de la micrite. Ainsi, dans les échantillons prélevés à l'abri des grosses colonies de polypiers (massives ou rameuses), le faciès est riche en micrite ; par contre dans les secteurs à faible densité de constructeurs, les bioclastes sont plus abondants, la matrice micritique est moins dense et peut s'organiser en peloïdes (biomicrite ou biopelsparite suivant les points). On voit donc qu'entre les polypiers serrés se créent des micromilieus protégés où les bioclastes arrivent difficilement et où se piège le carbonate

cryptocristallin ; en dehors de ces zones, l'hydrodynamisme est un peu plus élevé, d'où l'accumulation plus importante de bioclastes et en contre partie la diminution de la micrite qui peut alors s'organiser en peloides.

## 2) La masse médiane construite

Sur plus de 18 mètres de hauteur se développe une série de constructions auxquelles participent des polypiers de formes variées (gerbes, boules ou lames épaisses). Les autres organismes sont annexes : *Diceras*, térébratules (*Juralina bauhini* (Et.) et *J. cotteai* (Douv.), cidaridés (radioles et test), tridacmes. Il est ainsi possible de distinguer :

a) Un bioherme inférieur de forme lenticulaire ayant 9,50 m de haut dans sa partie centrale mais qui s'amenuise vers l'Ouest par abaissement du sommet, avec une pente qui varie de 6° à 12°.

b) Des couches biostromales moyennes chapeautant la tête du bioherme. Elles ont 4,10 m de puissance à l'aplomb de la partie la plus élevée de ce dernier mais s'épaississent un peu latéralement en compensant l'abaissement de son sommet. La première couche épaisse de 10 à 15 cm est moulée sur les irrégularités du toit du bioherme et érigée essentiellement par des petits polypiers rameux. La suivante voit son épaisseur varier de 60 cm à 1,40 m en une dizaine de mètres en compensant partiellement l'abaissement du toit du bioherme sous-jacent. Enfin le reste de ces couches construites peut être massif (3,40 à 3,60 m) ou se subdiviser en deux bancs (1 m et 2,40-2,50 m) ou en trois bancs (1 m, 0,70-0,80 m, 1,70 m). La densité des polypiers est ici très grande.

c) Un bioherme supérieur très nettement lenticulaire, large de 20 m à la base et haut de 6 m, est installé latéralement par rapport aux couches biostromales moyennes, sur lesquelles il s'appuie par sa corne orientale.

d) Des couches biostromales supérieures. Les deux couches inférieures (1,60 et 2,40 m) s'appuient en se réduisant sur le sommet du bioherme supérieur ; la dernière, visible sur 2 m à 2,50 m en fin d'affleurement, est caractérisée par la présence d'assez nombreuses colonies rameuses de polypiers qui sont couchées.

e) Des couches biostromales latérales. Elles s'étendent sur une cinquantaine de mètres à l'Ouest de la partie supérieure de la masse construite. Inclinaison de 10° à 12° en direction de

l'Ouest, elles s'appuient sur les flancs du bioherme supérieur et s'amenuisent à l'approche de son sommet.

Dans toutes ces unités construites, le sédiment emballant les organismes est un calcaire bioclastique, blanc ou brunâtre, ressemblant beaucoup à celui du banc construit sous-jacent. Les microfaciès sont assez comparables dans toute la masse avec dominante des bioclastes : gros débris millimétriques à centimétriques de polypiers, fragments d'échinodermes (crinoïdes et quelques radioles d'échinides), de lamellibranches (dont des *Diceras*), de brachiopodes, de tubes de vers. Il faut en outre noter l'apparition de quelques algues calcaires (*Cayeuxia* sp. et *Solenopora jurassica* Nicholson et Brown) ainsi que dans les couches biostromales latérales, de quelques foraminifères : textulariidés, miliolidés et lituolidés (*Haplophragmium* sp.). Enfin, les bioclastes peuvent être encroûtés par de la micrite cyanobactérienne qui, lorsqu'elle devient importante, donne naissance à des oncoïdes. A ces bioclastes s'associent localement des peloïdes.

La taille des éléments figurés est très variable ; il y a souvent dans les lames coexistence de deux classes granulométriques avec des éléments de 2 à 4 mm et d'autres de 300 à 600  $\mu\text{m}$  et même parfois moins (150 à 200  $\mu\text{m}$ ). La nature du liant est variable ; la micrite souvent peu dense et associée à de la microsparite est présente par place ; ailleurs se développe un ciment sparitique. Il faut enfin noter la fréquence des ciments précoces palissadiques isopaques qui cernent les grains. Ils sont présents sur toute la hauteur là où la micrite est absente, mais abondent surtout dans les niveaux supérieurs (couches biostromales moyennes, supérieures, latérales et bioherme supérieur).

L'abondance des polypiers édifiant des constructions d'épaisseur notable, la présence des ciments précoces prouvent que le sédiment s'est élaboré en milieu sédimentaire infratidal supérieur, sans doute assez proche de l'émersion.

### 3) Niveaux supérieurs

Après une pente herbeuse dépourvue d'affleurements, de part et d'autre de la route de la Ripe (dénivelée d'environ 6 mètres), les petites falaises qui dominent cette dernière fournissent de nouveaux faciès au sein desquels on distingue de bas en haut :

1) 4 m de calcaire *grainstone* compact beige ou brun clair à nombreuses petites cavités millimétriques ou plurimillimétriques orientées parallèlement les uns aux autres. Le microfaciès

général est une pelbiosparite à *bird's eyes*. Un ciment fibreux isopaque palissadique cerne les grains dans les zones à grands espaces intergranulaires,

2) 2 m de calcaires bioclastiques à passées grossières avec *bird's eyes*. Les fragments d'organismes, essentiellement des fragments de *Diceras* et à un degré moindre des débris de nérinées et polypiers, sont fortement usés, polis, ce qui traduit un vannage important lors du dépôt. Les éléments constitutifs s'organisent en minces lits épais de 8 à 30 cm, possédant une grandécroissance du bas vers le haut. Ces couches élémentaires présentent en outre un litage oblique avec pendages variables de 4° à 8° soulignés par les nombreux pores (*bird's eyes*) surtout bien développés dans les faciès moyens ou fins. Ces couches élémentaires se recourent, donnant au litage global un aspect entrecroisé. Il faut enfin signaler que certains fragments d'organismes sont partiellement dissous, d'où un aspect très poreux de la roche. Les lames minces associent des bioclastes (*Diceras* à coquille complètement sparitisée, polypiers souvent partiellement ou presque totalement recristallisés, échinides et crinoïdes plus ou moins micritisés, *Cayeuxia* sp.) à des peloïdes, des agrégats et même de beaux endoclastes au sein desquels les éléments sont réunis par des ciments précoces palissadiques isopaques assez minces. L'élément intéressant de ce microfaciès est le développement de 2 ou 3 générations de ciments : une première, précoce, formant une épaisse couche (25 à 150 µm) d'aspect fibreux mais d'épaisseur inégale (ciment asymétrique), une seconde, également précoce, non présente partout, de nature micritique, enfin une dernière, tardive, de sparite en grands cristaux (planche 12, photo F).

Aussi bien les caractères du microfaciès (minces lits à matériel grossier à la base et fin au sommet, litage entrecroisé avec plans de stratification de faible pendage, lits qui se recourent, *bird's eyes* alignés parallèlement au litage) que ceux du microfaciès (épais ciments précoces fibreux asymétriques doublés extérieurement d'une couche micritique) traduisent une mise en place du sédiment en milieu intertidal. Il s'agit de faciès de plage typiques.

Ces niveaux supérieurs appartiennent à une nouvelle unité - Unité E- qui recouvre les formations du système récifal supérieur.

**Planche 12 - Oxfordien de l'Yonne**  
(photographies : grossissement : x 6)

**A. Châtel-Censoir** : 1er banc d'âge Oxfordien, calcaire glauconieux.  
Micrite grumeleuse passant à une pelmicrosparite, grains de glauconie plus sombres, spicules de spongiaires.

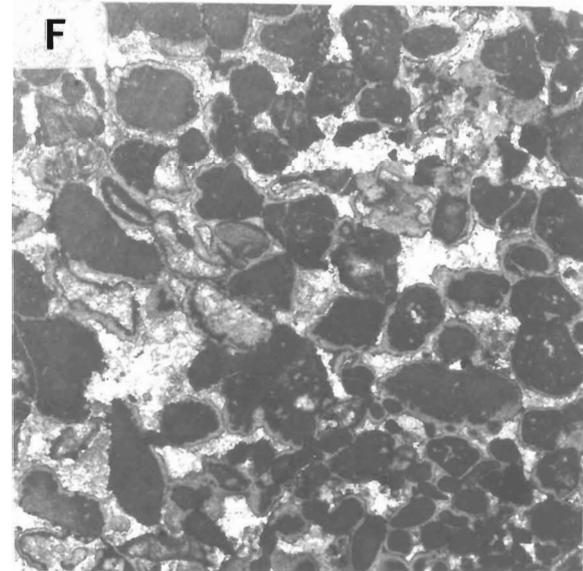
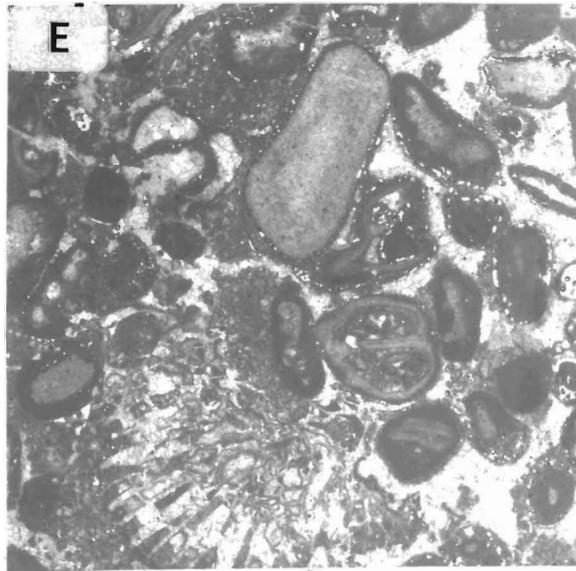
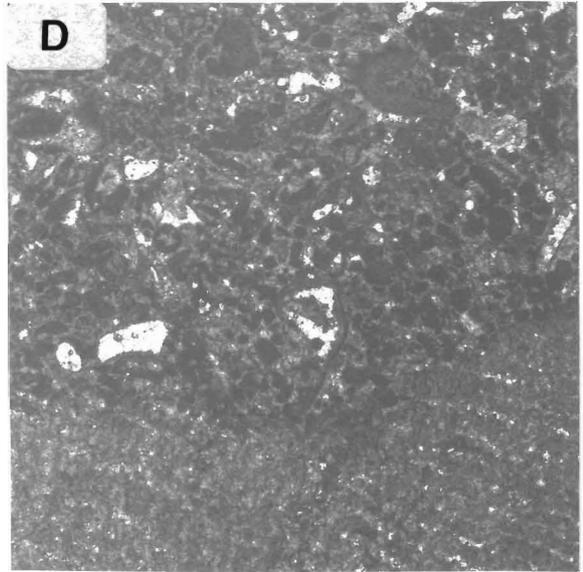
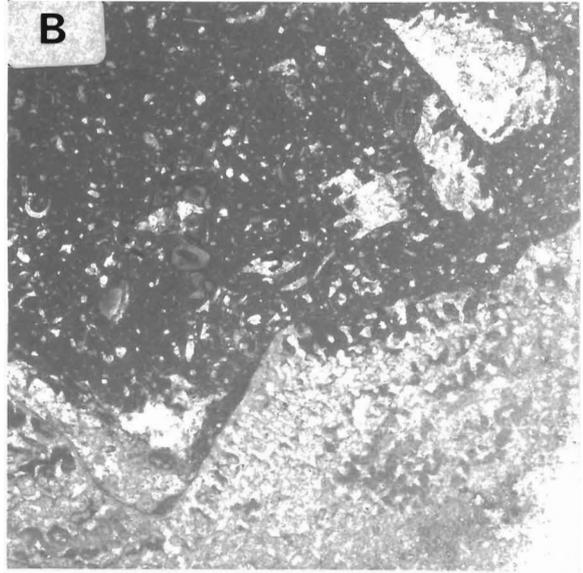
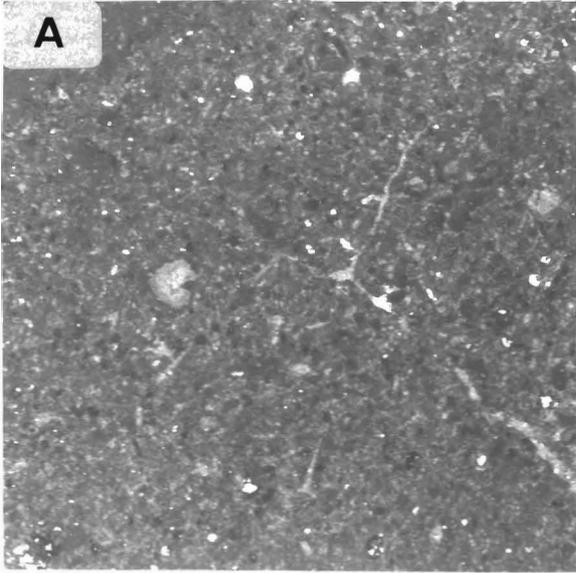
**B. Châtel-Censoir** : zone d'installation du biostrome à microsolenidés.  
Portion de colonie de microsolenidés en place à la base, micrite à bioclastes de madréporaires et échinodermes.

**C. Châtel-Censoir** : biostrome à microsolenidés, secteur peu riche en constructeurs.  
Biosparite à nombreux bioclastes (madréporaires, échinodermes).

**D. Rochers du Saussois** : faciès progradants du complexe récifal supérieur.  
Bioclastes de madréporaires (parfois très gros) et échinodermes, peloïdes sombres, matrice micritique ou ciment microsparitique.

**E. Roche aux Poulets** : banc inférieur.  
Bioclastes de madréporaires, échinodermes ou *Diceras*, souvent encroûtés par de la micrite donnant ainsi des oncoïdes à nucleus de taille et de nature variées ; ciments précoces asymétriques autour des éléments avec micrite des oncoïdes décollée du ciment ; ciment secondaire sparitique.

**F. Roche aux Poulets** : faciès terminaux d'émersion.  
Peloïdes de taille et de forme variables, ciment précoce asymétrique autour des éléments.



## Arrêt n° 4

### Carrière du Bois du Parc

Ouverte lors de la construction de l'autoroute A6, cette grande carrière possède 19 à 20 mètres de hauteur. Le calcaire y apparaît massif et très riche en colonies de polypiers. Aux colonies rameuses (*Donacosmilia*, *Dermoseris*, *Calamophylliopsis*) dont certaines gerbes atteignent 1 ou 2 mètres de hauteur, sont associées des formes massives en boules ou en lames très épaisses (*Pseudocoenia*, *Stylina*, *Confusastrea*, etc...). Presque toutes les colonies sont en position vitale, quelques-unes cependant, notamment les formes rameuses, sont basculées ou brisées.

Les constructeurs forment l'ossature principale de la roche ; les autres organismes sont peu abondants et ne jouent qu'un rôle annexe (cidaridés, pectinidés, nérinées, *Diceras*, térébratules). Au sommet de la carrière apparaissent des solénoporacées en petites boules centimétriques à décimétriques ; elles sont associées aux polypiers dont les formes rameuses sont moins élevées (30 à 60 cm).

Les macro- et microfaciès du calcaire emballant les organismes varient en fonction des points d'observation. Entre les branches serrées des colonies rameuses de polypiers ou dans les espaces réduits séparant les formes massives, le faciès est fin (planche 13, photo A) ; ailleurs, c'est-à-dire dans la majeure partie de l'édifice, il est grossier (planche 13, photo B). Ainsi les microfaciès varient depuis des micrites, des biomicrites (planche 13, photo A) ou des pelbiomicrosparites peu répandues jusqu'à des pelbiosparites (planche 13, photo B) de beaucoup les plus fréquentes. Les différents microfaciès passent très rapidement par transition des uns aux autres. Dans les faciès les plus grossiers, une forte hétérométrie se manifeste entre des éléments millimétriques à centimétriques et d'autres ne mesurant que 150 à 500  $\mu\text{m}$  .

Les bioclastes sont essentiellement constitués par des fragments de polypiers de taille millimétrique à centimétrique souvent partiellement ou totalement recristallisés ; ensuite, se rencontrent fréquemment des débris d'échinodermes (crinoïdes ou radioles de cidaridés) de 500  $\mu\text{m}$  à quelques millimètres. Les autres bioclastes (lamellibranches, brachiopodes, gastropodes, spicules de spongiaires) sont plus annexes. Il faut enfin noter la présence

fréquente de petits foraminifères : textulariidés, verneuillidés, valvulinidés, miliolidés (quinqueloculines, triloculines, *Ophthalmidium*) et rares lenticulines, conicospirillines, *Haplophragmium* et placopsilines. Les gros bioclastes de taille millimétrique à centimétrique sont souvent micritisés à leur périphérie ou encroûtés par des couches plus ou moins épaisses de micrite cyanobactérienne.

Il faut enfin signaler la présence dans les microfaciès sommitaux de la carrière et des terrains avoisinants de fréquentes algues : *Solenopora jurassica* (Nicholson et Brown), le plus souvent associées avec *Bacinella irregularis* (Radoicic), ainsi que *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri) et *Lithocodium* sp. Les lituolidés sont alors plus fréquents.

Les peloïdes sont sphériques ou ovoïdes et rarement anguleux ; leur taille oscille en général de 150-200  $\mu\text{m}$  à 500-600  $\mu\text{m}$  avec souvent une bonne isométrie (éléments de 200 à 350  $\mu\text{m}$ ). Le ciment sparitique est souvent abondant et, dans les faciès supérieurs, apparaissent localement des ciments précoces fibreux isopaques.

Cette carrière fournit donc un bon aspect d'une construction à polypiers. La plus grande partie de cette construction massive qui possède au minimum 45 mètres de puissance (la base n'est pas visible) s'est élaborée en milieu infratidal supérieur toujours immergé. Les variations de texture des calcaires emballant les constructeurs aux formes diversifiées sont les témoins des changements de la valeur de l'hydrodynamisme d'un point à un autre de l'édifice en cours d'élaboration. Ainsi s'opposent des espaces ouverts à l'intérieur desquels les eaux circulent plus ou moins facilement en balayant la micrite et en ne permettant que l'accumulation de bioclastes et de pellets, et d'autres protégés, abrités, au sein desquels les éléments grossiers ne pénètrent pas ou pénètrent mal et où la micrite est conservée.

Au sommet de la construction, l'apparition des algues rouges (*Solenopora jurassica* (Nicholson et Brown) principalement) et le développement de ciments fibreux isopaques témoignent de l'évolution du milieu sédimentaire vers une plate-forme très superficielle à la limite de l'émersion temporaire (milieu infratidal supérieur à intratidal).

## Arrêt n° 5

### Carrière des "Quatre Pieux"

Située à 800 m et à la même altitude que la carrière précédente du Bois du Parc, cette ancienne exploitation montre une succession différente. Une faille sépare en effet ces deux points d'observation, abaissant le compartiment de la carrière des Quatre Pieux

Elle entaille tout le flanc du versant sur environ 30 mètres de hauteur. Le calcaire est massif sans stratification nette. Trois niveaux superposés peuvent y être distingués.

a) à la base, 10 mètres de **calcaires à polypiers** comparables à ceux du sommet de la carrière du "Bois du Parc". Le contenu faunistique, les macro- et microfaciès sont semblables à ceux décrits ci-dessus.

b) 15 mètres de **calcaires à *Diceras* et *bird's eyes***. Les polypiers ont pratiquement disparu; les quelques colonies restantes (forme en champignon ou en gerbe) ne sont que rarement en position vitale, le plus souvent basculées et même retournées et fréquemment fragmentées.

Les coquilles de *Diceras* à valves séparées sont localement abondantes au niveau de lentilles de faible extension. Elles sont prises dans la masse du sédiment et non dégageables. Beaucoup d'entre elles sont dissoutes, ne laissant que des vides parfois partiellement comblés par de grands cristaux de calcite secondaire.

Des *bird's eyes*, dispersés ou laminés, de taille millimétrique, se développent à ce niveau. Les microfaciès sont variables suivant les points d'observation. Ce sont rarement des pelmicrites passant à des pelmicrosparites, et plus souvent des pelbiosparites.

Les bioclastes, fragments de *Diceras* ou de polypiers, sont grossiers, de taille centimétrique à pluricentimétrique. Ils sont fréquemment encroûtés par la micrite cyanobactérienne. Les peloïdes ont également une taille variable de 100 µm à 1,5 mm. La microfaune et la microflore sont bien représentées : *Bacinella irregularis* (Radoicic), *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri), *Arabicodium* sp. et assez nombreux foraminifères (textulariidés, valvulinidés, verneulliidés, miliolidés, *Ophthalmidium*, quinqueloculines, triloculines, lituolidés).

Le sédiment est localement assez fortement bioturbé ; les terriers sont remplis par des pellets bien calibrés (20 à 50  $\mu\text{m}$ ) réunis par de la sparite. Ce remplissage est incomplet, laissant de grands espaces comblés par de la sparite. Il s'agit donc suivant la terminologie de Purser (1975) de "terriers ouverts" (planche 13, photo C).

Là où le sédiment est plus grossier et les vides intergranulaires assez larges, notamment au niveau des *bird's eyes*, des ciments précoces fibreux isopaques cernent les grains ou frangent les bords des cavités.

c) Au sommet, 4 à 5 m de **calcaire grossièrement oolitique et graveleux** de texture *grainstone* renfermant des galets de taille pluricentimétrique à décimétrique constitués soit par des fragments de polypiers roulés et usés, soit par le même calcaire oolitique et graveleux remanié et repris à l'état de lithoclastes.

Les lames minces (planche 13, photo D) présentent des pelbiosparites souvent très hétérométriques. Les gros éléments sphériques ou ovoïdes, ayant jusqu'à 1 cm de diamètre, sont fournis par les débris de polypiers ou de lamellibranches et par des agrégats d'oolites. La masse principale est essentiellement constituée par des oolites à gros nucleus de nature variée (bioclaste ou peloïde) qui sont sphériques (200 à 300  $\mu\text{m}$ ) ou ovoïdes (250 x 850  $\mu\text{m}$ ), et par des peloïdes de même taille. Les bioclastes (lamellibranches, gastropodes, échinodermes) sont peu nombreux. Les éléments les plus fins sont des pellets de 50 à 100  $\mu\text{m}$  n'atteignant que rarement 200  $\mu\text{m}$  et de rares petits foraminifères (lituolidés, miliolidés, textulariidés).

La caractéristique essentielle des microfaciès est la présence autour des éléments figurés d'épais ciments précoces avec une épaisse frange (50  $\mu\text{m}$ ) de calcite fibreuse isopaque bordée extérieurement par un mince liseré de nature micritique. Les vides intergranulaires restants sont comblés par de la sparite en grands cristaux, bien développée localement au niveau de *bird's eyes* dispersés.

Dans les derniers mètres, les microfaciès sont moins grossiers. Les éléments de 500  $\mu\text{m}$  à 4 ou 5 mm sont plus serrés et déformés au contact les uns des autres ; des stylolites se développent parfois aux points de contact. Il s'agit essentiellement de peloïdes ou d'oolites micritiques et plus rarement d'oncolites ou d'agrégats d'oolites. Les bioclastes (polypiers, *Diceras*, radioles d'échinides, solénopores et très rares lituolidés) sont peu abondants. Ils sont fréquemment micritisés à leur périphérie et/ou encroûtés par de la micrite cyanobactérienne.

**Planche 13 - Oxfordien de l'Yonne**  
(photographies : grossissement : x 6)

A. Carrière du **Bois du Parc** : système récifal supérieur, construction frontale.  
Faciès à dominante micritique ou pelmicrosparitique présent dans les zones à forte densité de polypiers en place.

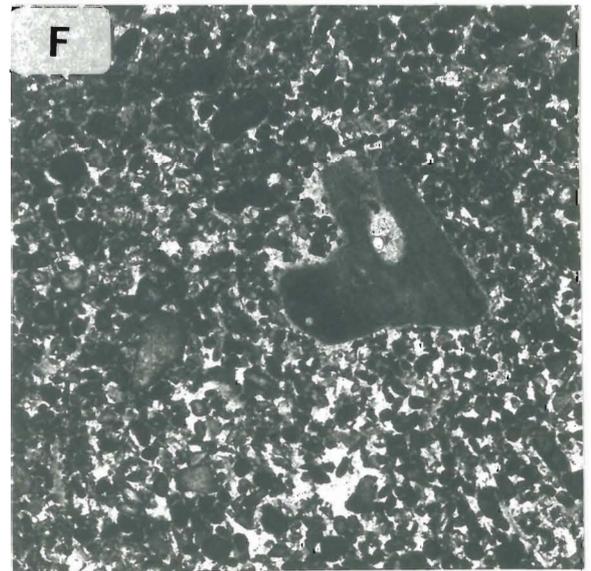
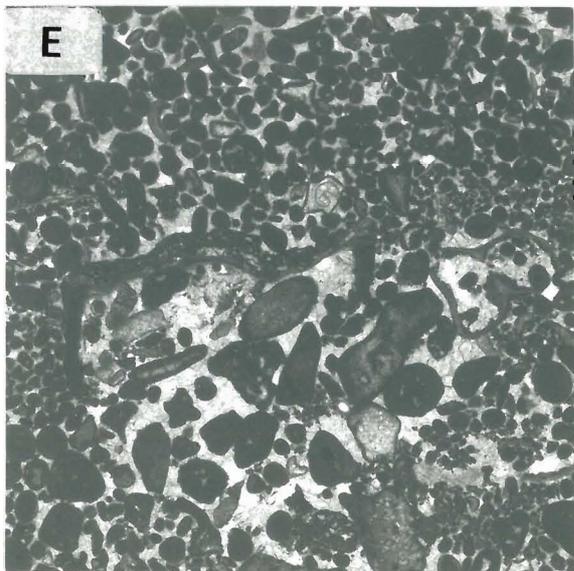
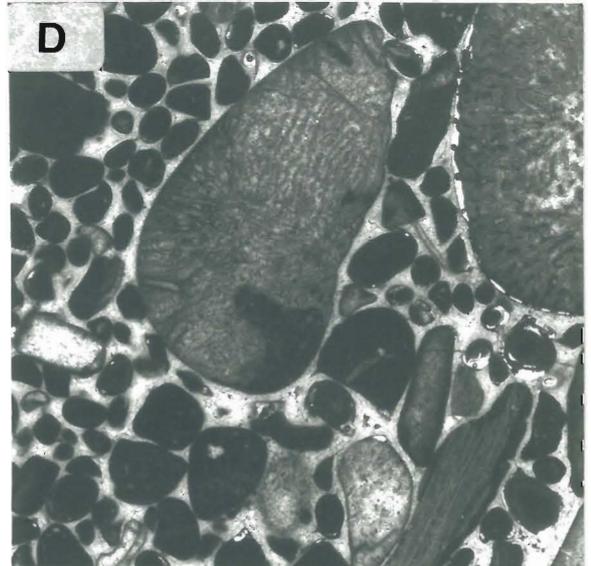
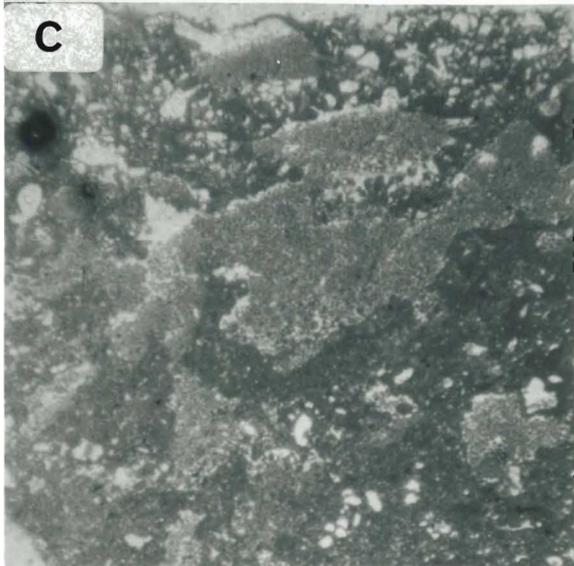
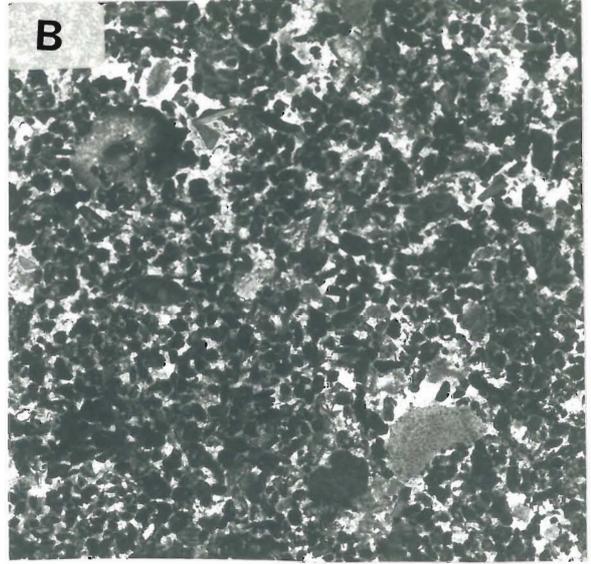
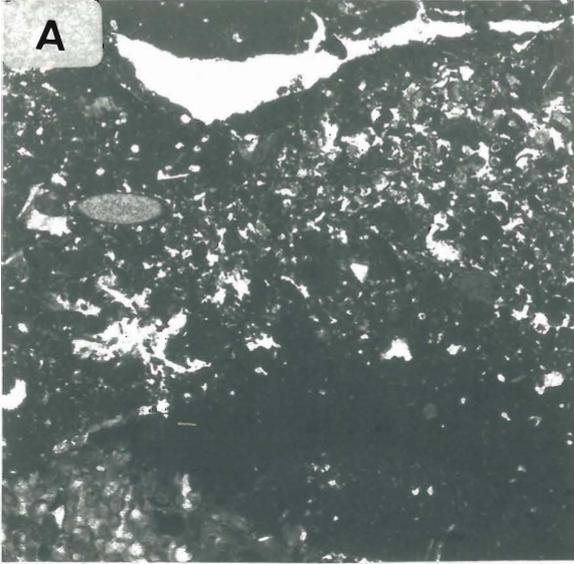
B. Carrière du **Bois du Parc** : système récifal supérieur, construction frontale.  
Faciès pelsparitique à bioclastes (échinodermes) présent dans les zones peu riches en polypiers.

C. Carrière des **Quatre Pieux** : calcaire à *Diceras* et *bird's eyes*.  
Bioturbations à "terriers ouverts".

D. Carrière des **Quatre pieux** : calcaires sommitaux oolitiques et à galets.  
Gros bioclastes de polypiers et lamellibranches, peloïdes, rares oolites, ciment sparitique avec une première génération précoce isopaque.

E. **Mailly-le-Château** : partie frontale des faciès terminaux d'émersion  
Peloïdes, oolites superficielles, bioclastes, ciment sparitique.

F. Chemin de fer au Sud de **Mailly-la-Ville** : faciès de transition du complexe récifal supérieur.  
Petits peloïdes et bioclastes (crinoïdes), ciment sparitique.



Du fait de la compaction notable, les vides intergranulaires sont peu développés et comblés par de la sparite ; toutefois des ciments précoces fibreux isopaques épais de 15 à 25  $\mu\text{m}$  entourent les éléments figurés là où la compaction est la moins développée.

Les trois types de faciès superposés nous permettent de suivre l'évolution du milieu sédimentaire. A la base, les calcaires à polypiers se sont développés en milieu infratidal supérieur puis à la fin infra- à intertidal (voir arrêt précédent).

Ce type de milieu proche de l'émersion se maintient ensuite en s'exagérant un peu pour l'élaboration des calcaires à *Diceras*, *bird's eyes* laminés, terriers ouverts et ciments précoces palissadiques isopaques. Ce contexte sédimentaire à émerisions plus fréquentes devient défavorable au développement des polypiers qui disparaissent pratiquement.

Enfin, les faciès grossièrement oolitiques et graveleux du sommet, avec leurs galets de madréporaires ou de sédiment oolitique remaniés (endoclastes) et leurs deux générations de ciments précoces (fibreux puis micritique), traduisent l'augmentation de la tendance à l'émersion, le milieu devenant franchement intertidal (faciès de plage).

En résumé, ces trois formations superposées rendent compte de l'évolution du milieu sédimentaire qui de infratidal supérieur devient intertidal.

## Arrêt n° 6

### Mailly-le-Château - Mailly-la-Ville

Les falaises situées à l'Est du village de Mailly-le-Château sont sur toute leur hauteur (45 mètres) constituées de *grainstones* oolitiques et bioclastiques (planche 13, photo E). Au-dessus de la vallée de l'Yonne, elles se divisent en deux masses principales ; par contre dans l'encoche du vallon que suit la route reliant les parties basse et haute du village, le sommet de la formation se sépare en gros bancs à plongement fort (10° à 12°) en direction du NNW.

La tranchée de chemin de fer située au Sud de Mailly-la-Ville permet d'exploiter une succession d'affleurements qui s'enchaînent ainsi du SW vers le NE.

a) **Les affleurements méridionaux** sont constitués de *grainstones* à polypiers de formes variées : lames épaisses, boules, gerbes de 20 à 50 cm de haut, rarement jusqu'à 1 m. La plupart des colonies sont en position vitale ; quelques-unes cependant sont basculées, renversées ou fragmentées. Comme dans les constructions du Bois du Parc, les autres organismes sont annexes (térébratules, pectinidés, échinodermes).

Ces faciès construits ont le plus souvent un aspect massif à l'exception de quelques points où sur plusieurs mètres se développe une stratification oblique locale. Ces lignes de stratification inclinées de 10° à 12° en direction du NNW tronquent le sommet des colonies rameuses de polypiers.

Le microfaciès est une peloobiosparite souvent hétérométrique avec éléments de 100 µm à 1250 µm. Les bioclastes les plus fréquents sont des fragments d'échinodermes (échinides et crinoïdes), des lamellibranches, des brachiopodes et des polypiers. Les algues (*Cayeuxia* sp., *Solenopora jurassica* (Nicholson et Brown) sont rares), les foraminifères (textulariidés, lagénidés) très rares.

Les espaces intergranulaires sont comblés par de la sparite ou de la microsparite sombre, là où les éléments serrés ne laissent que des vides restreints. Il faut enfin mentionner la présence de ciments précoces fibreux isopaques qui n'existent que localement.

Ces affleurements méridionaux sont très comparables à ceux de la carrière du Bois du Parc décrits ci-dessus ; nous sommes donc en présence de la partie la plus septentrionale de l'ensemble construit à polypiers.

## b) Les affleurements médians

Après une interruption d'environ 250 mètres due à la présence d'un mur de soutènement, l'affleurement réapparaît sur une faible distance.

A la base, en bordure de la ligne de chemin de fer, deux mètres de calcaire *packstone-grainstone*, fin, blanc ou jaunâtre, stratifié en bancs de 80 cm à 1 m présentent un plongement notable de 10° à 12° en direction du NNW. Les organismes y sont peu abondants : pectinidés, rares térébratules et rhynchonelles, gros fragments de crinoïdes et quelques grosses colonies de madréporaires (lames épaisses et boules) le plus souvent en position de vie, mais quelques unes sont basculées et fragmentées.

Le microfaciès est une pelbiosparite (planche 13, photo F). Les peloïdes ronds ou ovoïdes sont hétérométriques (de 150 µm à 1500 µm) ; les plus petits sont entièrement micritiques tandis que, pour les plus gros, seule la bordure est micritique, le centre sparitique étant d'autant plus important que le grain est plus gros. Cette dualité de composition des éléments est un indice pour attester de leur origine bioclastique. Certains bioclastes ont gardé leur structure originelle qui permet de les reconnaître : brachiopodes, échinodermes (essentiellement crinoïdes et à un degré moindre échinides).

Quelques mètres plus haut dans les broussailles, deux petites falaises voisines (2 à 3 mètres de haut) exhibent un calcaire micritique gris ou brunâtre d'aspect totalement différent. Il s'organise en bancs épais de 80 cm à 1 m qui contrairement aux bancs sous-jacents sont subhorizontaux. Malheureusement, la végétation empêche d'observer le contact discordant entre les deux types de formations séparées seulement de quelques mètres.

Dans ces *mudstones-wackestones* les organismes sont par place assez nombreux, notamment les polypiers qui apparaissent le plus souvent totalement recristallisés. Les lames minces permettent de préciser la nature des bioclastes ; aux madréporaires s'associent de nombreux fragments de lamellibranches et crinoïdes, les gastropodes sont rares ; enfin apparaissent ici des bryozoaires encroûtants et des spicules de spongiaires. Les débris sont fréquemment encroûtés par une micrite cyanobactérienne qui se détache de la matrice micritique par sa teinte légèrement plus sombre et son aspect mamelonné.

La dernière particularité de ces faciès micritiques est la présence d'oncolites de 1 à 5 mm de diamètre ; ils sont peu fréquents dans les affleurements étudiés ici mais abondent dans des cailloux de surface de champ rencontrés à quelques centaines de mètres de là.

### c) Les affleurements septentrionaux

Un mur de soutènement masque à nouveau l'affleurement durant environ 200 m. Cependant à son sommet se suivent les mêmes calcaires micritiques compacts à débris d'organismes. Lorsqu'il s'interrompt, sortent des broussailles de mauvais affleurements de calcaire micritique gris clair en bancs d'épaisseur décimétrique à pluridécimétrique séparés par des horizons de calcaires argileux à débit en plaquettes ; ces niveaux pratiquement sans fossiles (très rares pholadomyes et fragments d'ammonites indéterminables) sont horizontaux.

La caractéristique générale des séries décrites ci-dessus est la rapide transition latérale (en moins de 500 mètres) entre les calcaires construits à polypiers ou les calcaires oolitiques et bioclastiques supérieurs et les alternances de calcaires micritiques et de calcaires argileux.

Dans les deux cas, les faciès récifaux ou périrécifaux se stratifient et s'inclinent fortement (10° à 12°) durant 200 à 300 mètres ; ils s'affinent alors et se chargent en petits oncolites.

Ils cèdent ensuite la place à des calcaires micritiques compacts disposés en bancs subhorizontaux et renfermant encore quelques polypiers associés à des lamellibranches, des serpulidés, quelques spongiaires et bryozoaires et de très rares ammonites. Une intense activité cyanobactérienne se manifeste dans ces calcaires sous forme d'oncolites et encrôtements sur les bioclastes.

Tous ces calcaires sont finalement prolongés par des calcaires micritiques alternant avec de minces lits de calcaires argileux feuilletés à disposition subhorizontale. Les organismes ont pratiquement disparu (rares pholadomyes et ammonites le plus souvent réduites à quelques fragments indéterminables). Des niveaux de marnes et calcaires marneux se développent au sein de ces faciès fins.

En résumé, la région de Mailly-la-Ville, Mailly-le-Château met en évidence la très rapide transition entre un milieu sédimentaire de plate-forme supérieure proche de l'émersion et un milieu de plate-forme plus profonde où l'hydrodynamisme était faible ou nul. L'inclinaison actuelle des strates au front des formations récifales donne une idée de la pente sédimentaire qui raccordait les deux milieux.

## Arrêt n° 7

### Les carrières de Vermenton

Les carrières de Vermenton montrent une alternance de calcaires micritiques et de calcaires argileux ou de marnes, répartis ici en trois séquences principales qui sont, de bas en haut :

- séquence à dominante calcaire : 13 à 15 m, bancs de calcaire micritique (92 à 95% de CaCO<sub>3</sub>) épais de 25 à 30 cm alternant avec de minces niveaux (8 à 10 cm) plus argileux (82 à 95% de CaCO<sub>3</sub>) d'aspect feuilleté ;
- séquence à dominante calcaréo-argileuse : 15 m, (75 à 80% de CaCO<sub>3</sub>) à rares bancs de calcaire micritique (87 à 88% de CaCO<sub>3</sub>) ;
- séquence à dominante calcaire : 20 à 25 m, alternance de bancs de calcaire micritique (épais de 50 cm à 1m) et de niveaux un peu plus argileux feuilletés (20 à 30 cm).

Le contenu détritique des calcaires et des calcaires argileux est constitué par des argiles (illite dominante, kaolinite et montmorillonite) associées à du quartz silteux peu abondant.

Les macrofossiles sont très rares (quelques fragments d'ammonites et rares pholadomyes) ; les foraminifères par contre abondent à certains niveaux (*Lenticulina*, *Nodosaria*, *Planularia*, *Ammobacculites*, etc...).

## CONCLUSION

### Organisation générale des formations récifales oxfordiennes

#### Evolution du milieu sédimentaire

Les différents arrêts examinés nous permettent de distinguer cinq grands ensembles sédimentaires (Fig. 52) :

##### 1) Ensemble B : Calcaires micritiques à ammonites et chailles noduleuses

Epais d'un peu plus de 5 mètres, il caractérise le début de la sédimentation oxfordienne après une lacune sédimentaire importante seulement marquée par une surface perforée affectant le sommet des calcaires oolitiques et bioclastiques calloviens sous-jacents.

La glauconie particularise le premier banc ; les chailles noduleuses, les ammonites, les grosses pholadomyes, les pectens et les spicules d'éponge donnent leur cachet aux bancs de calcaires micritiques suivants.

Une telle sédimentation de milieu marin calme et ouvert est caractéristique d'une zone assez profonde de la plate-forme. Elle tranche avec la sédimentation oolitique de milieu peu profond du Callovien sous-jacent (ensemble A). Pendant l'arrêt de sédimentation (lacune du Callovien supérieur, de l'Oxfordien inférieur et de la base de l'Oxfordien moyen), le milieu sédimentaire s'est approfondi. Durant cette période, le sommet des calcaires oolitiques a été le siège de phénomènes diagenétiques (silicification, ferruginisation) et mécaniques (perforations).

##### 2) Ensemble C : Ensemble récifal inférieur ; biostrome à microsolenidés (20 - 25 m)

A Châtel-Censoir il est facile d'y distinguer deux masses principales :

###### a) Zone de colonisation (6,50 à 7 m)

Une série de bancs assurent la transition entre les calcaires micritiques à ammonites et la formation construite proprement dite. On y observe la disparition des chailles noduleuses, la présence de colonies de spongiaires et l'apparition de colonies de polypiers lamellaires (microsolénidés) ; celles-ci, d'abord très minces (1 mm), flexueuses et peu étendues, augmentent de taille (épaisseur et diamètre) vers le haut. Les térébratules et les zeilleries en position de vie dans la roche abondent dans ce niveau.

### **b) Construction proprement dite (12 - 18 m)**

Cet ensemble récifal inférieur est stratifié en bancs d'épaisseur métrique à surface parfois onduleuse : c'est un biostrome. Les madréporaires en lames ou en cupules de 2 à 3 cm d'épaisseur (exceptionnellement 5 à 6 cm) et 40 à 80 cm de diamètre sont très abondants et s'appuient les uns sur les autres, en formant une charpente comblée par un calcaire *packstone* (biomicrite à polypiers) devenant localement *grainstone* au sommet (biosparite à polypiers).

L'ensemble présente en quelques points sur une faible distance de brusques augmentations de pendage traduisant les irrégularités et la mobilité du fond marin au moment de la sédimentation.

A une quinzaine de kilomètres à l'Ouest, dans la région de Druyes-les-Belles-Fontaines, le biostrome à microsolénidés change d'aspect. Les couches sont subhorizontales et peu épaisses au Sud. Au niveau du village et au Nord de celui-ci, elles prennent un aspect sigmoïde, caractéristique de talus de progradation. Peu inclinées à leur sommet, elles présentent de forts pendages dans leur partie médiane (13 à 15° et même jusqu'à 20°) pour venir se biseauter à leur base sur les calcaires micritiques à chailles sous-jacents qui ont ici un pendage d'environ 3°. Les colonies lamellaires de polypiers, réparties dans toute l'épaisseur des bancs les plus méridionaux, se concentrent ensuite un peu plus au Nord à la base et au sommet des bancs fortement inclinés avant de disparaître dans les bancs inclinés les plus septentrionaux. Il faut alors noter un enrichissement des faciès en crinoïdes et la réapparition de quelques térébratules ; un fragment de grosse ammonite a même été récolté dans les bancs les plus septentrionaux.

Nous avons donc ici l'image de la sédimentation sur la bordure nord de la plate-forme superficielle près de son passage au domaine plus profond qui ne peut être caractérisé par manque d'affleurements.

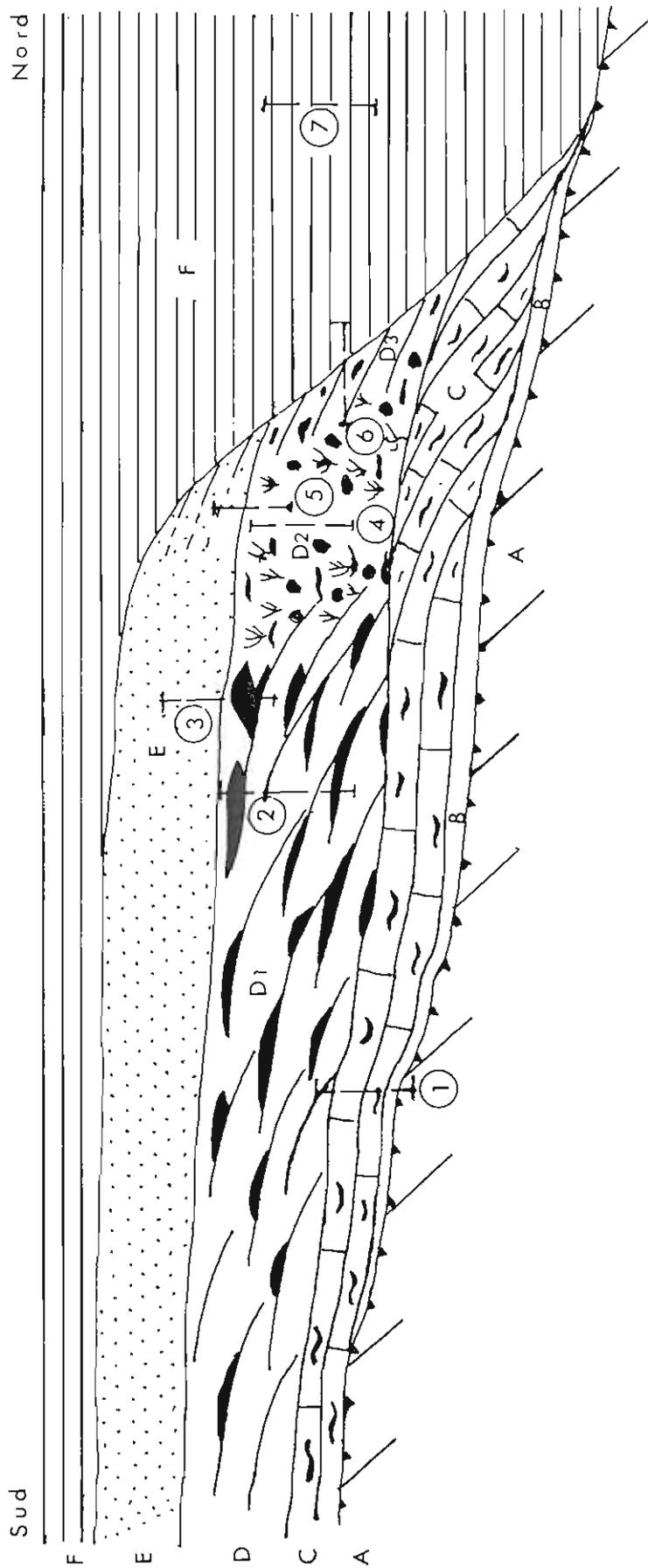


Fig. 52 - Disposition générale des ensembles récifaux et non récifaux (schéma sans échelle)

- 1 à 7 : numéro de l'arrêt et succession observée
- A- substratum d'âge Callovien
- B- sédiments d'âge Oxfordien, anté-récifaux
- C- ensemble récifal inférieur
- D- complexe récifal supérieur
  - D1- systèmes progradants
  - D2- construction récifale frontale
  - D3- formations de transition
- E- faciès terminaux d'émersion
- F- sédiments non récifaux latéraux ou superposés

### 3) Ensemble D : Ensemble récifal supérieur (50 à 55 m)

Il se développe au-dessus du biostrome inférieur et aucune limite précise ne peut être tracée entre les deux ensembles sédimentaires superposés. Son organisation verticale et horizontale est plus complexe et bien que les transitions entre les différents termes soient continues, il est possible d'y distinguer :

#### a) Sous-unité D1 - Ensemble progradant

Elle occupe la majeure partie de la surface de la plate-forme sédimentaire et présente des calcaires blancs ou jaunâtres à texture *wackestone-packstone*, rarement *grainstone*. D'aspect massif ou mal stratifié, ces calcaires sont caractérisés (à Châtel-Censoir ou aux Rochers du Saussois par exemple) par des pseudostratifications obliques à fort plongement (10° à 18°) en direction du NNW, traduisant l'avancée progressive de talus de progradation. Les polypiers (formes lamellaires épaisses ou petites colonies rameuses) sont disséminés dans la masse et généralement peu abondants ; les formes rameuses sont souvent brisées. C'est le domaine des crinoïdes dont on trouve fréquemment les organes de fixation (rhizoïdes) en place dans le sédiment. Les térébratules et les lamellibranches (pectinidés, limidés) abondent localement. Enfin certains horizons sont riches en *Diceras* et nérinées le plus souvent associés à de petits oncoïdes d'origine cyanobactérienne.

Nous avons vu que les dépôts se sont effectués en milieu très peu profond, les sédiments présents avec les polypiers au sommet des talus de progradation présentant des ciments précoces isopaques caractéristiques d'un milieu infratidal supérieur.

#### b) Sous-unité D2 - Corps récifal frontal

Large de 800 m à 1 km et épais au minimum de 35 m, ce corps récifal non ou mal stratifié est très riche en polypiers (lames épaisses, boules, gerbes dont certaines de grande taille) qui forment la charpente principale de l'édifice, et sont unis par une matrice, soit biomicritique, soit biosparitique. Au sommet de la construction et assurant la transition avec les faciès sus-jacents, se rencontre un horizon riche en *Diceras* et en algues : *Solenopora jurassica* (Nicholson et Brown), associées à *Bacinella irregularis* (Radoicic) et *Lithocodium agregatum*

(Elliot). Le microfaciès biosparitique est alors caractérisé par la présence de ciments précoces isopaques qui cimentent les grains.

Des constructions prolongent le corps récifal vers le Sud ; elles s'appuient sur le sommet des derniers talus de progradation de la sous-unité D1. Ces constructions, un peu moins continues, apparaissent soit sous forme de biostromes de grande surface (sommet des Rochers du Saussois), soit sous forme d'édifices plus complexes dans lesquels s'associent petits biohermes et biostromes pour constituer des masses construites de taille notable (Roche aux Poulets). Ces grandes unités récifales sont séparées les unes des autres par des zones de biocalcarénites à polypiers plus rares et souvent en débris. Les faciès de biopelmicrite ou biopelsparite sont souvent riches en crinoïdes, en lamellibranches (pectens, *Diceras*), ou en gastropodes (nérinées).

#### c) Sous-unité D3 : dépôts d'avant-récif ou de transition

Ils forment une étroite bande (100 à 300 m) au Nord de la masse construite principale. Disposés en bancs d'épaisseur métrique, ces *grainstones* oolitiques et bioclastiques s'affinent rapidement en s'éloignant du corps récifal ; les polypiers y sont de plus en plus rares et de petits oncolites apparaissent dans les faciès fins les plus distaux. Ils sont caractérisés par un plongement de 11° à 13° en direction du NNW.

#### 4) Faciès terminaux d'émersion (50 m environ)

Observés ici au-dessus du corps récifal frontal (carrière des Quatre Pieux) et de ses prolongations méridionales (Roche aux Poulets) ainsi qu'au niveau de leur terminaison septentrionale (falaises de Mailly-le-Château), ces calcaires de texture *grainstone* sont souvent grossiers avec débris d'organismes fortement usés et roulés, peloïdes, oolites et oncolites. Les polypiers sont rares et à l'état de débris ; les *Diceras*, abondants à la base, disparaissent ensuite au sein des faciès plus oolitiques. Les *bird's eyes* fréquents, les ciments précoces palissadiques isopaques ou asymétriques, les litages locaux d'angle faible (4° à 5°) indiquent une sédimentation en milieu infratidal supérieur à intertidal. A leur limite nord, au front de la formation, une stratification se développe et des pendages de 10° à 12° en direction du NNW se manifestent.

Ailleurs, vers l'Ouest et le Sud-Ouest, les faciès plus variés s'organisent en séquences d'épaisseur métrique évoluant de *mudstones* à la base vers des *grainstones* couronnés par des

surfaces de micritisation d'origine algaire. Ces faciès sont tout-à-fait comparables à ceux montrés par Purser (1975) dans les "Calcaires de Comblanchien".

Les caractères des différents sédiments prouvent que la plate-forme arrive alors à la limite de l'émersion.

## **5) Formations de plate-forme distale : "Calcaires de Vermenton" - puis "Calcaires de Cravant".**

Vers le Nord, les quatre ensembles sédimentaires distingués ci-dessus sont remplacés par des alternances de calcaires micritiques en bancs décimétriques et de calcaires argileux au sein desquels se développent, à l'Est de Mailly-la-Ville, des niveaux plus marneux. Ces calcaires de milieu sédimentaire calme disposés en bancs subhorizontaux sont connus dans la littérature sous le nom de "Calcaires de Vermenton". A l'approche des formations récifales, au contact des couches à fort plongement qu'elles recouvrent, ces calcaires se modifient ; les interbancs faiblement argileux disparaissent ; la roche s'enrichit en organismes avec des polypiers souvent fortement recristallisés, des lamellibranches et des serpules ; les spongiaires et les bryozoaires sont plus rares. Enfin une importante activité cyanobactérienne se manifeste sous forme de précipitation de micrite qui, soit encroûte les bioclastes, soit constitue des oncolites de taille plurimillimétrique.

Dans leur partie supérieure, les calcaires micritiques sont plus compacts et presque dépourvus d'interbancs de calcaires argileux. Ils sont alors dénommés "Calcaires de Cravant".

Le sommet de cette formation se développe vers le Sud et vient recouvrir les faciès de l'ancienne plate-forme récifale en cours d'approfondissement temporaire.

## **6) Age des différentes formations et équivalents latéraux**

**a) Seule l'unité inférieure B** (calcaires à chailles noduleuses) est bien datée par des céphalopodes. La reprise de sédimentation (sous-unité Ba) s'effectue dans l'Oxfordien moyen, zone à Plicatilis, sous-zone à Antecedens. Le reste de cette formation (sous-unité Bb) fournit des ammonites de l'Oxfordien moyen, zone à Transversarium.

Vers le Nord-Est, au-delà de la vallée de la Cure, cette unité diminue rapidement d'épaisseur et passe à la partie inférieure des calcaires et des marnes à oolites ferrugineuses et spongiaires (épaisseur 50 cm à 1 m).

**b) L'âge de l'unité C** (biostrome à microsolenidés) est moins précis. La zone d'installation des formations récifales (sous-unité Ca) fournit encore de très rares ammonites caractérisant toujours la zone à *Transversarium*.

Au front du biostrome à microsolenidés (sous-unité Cb) a été récolté près de Druyes-les-Belles-Fontaines un *Perisphinctes panthieri* (Enay) caractéristique de la base de l'Oxfordien supérieur, zone à *Bifurcatus*.

L'unité C se développe donc durant la fin de l'Oxfordien moyen et le début de l'Oxfordien supérieur. Pendant cette même période, vers le Nord-Est, au niveau de la vallée de l'Armançon par exemple, se forme le sommet du niveau à oolites ferrugineuses et spongiaires cité ci-dessus.

En résumé, les unités B et C, dont l'épaisseur totale est de 25 à 30 m, passent vers le Nord-Est à une formation à oolites ferrugineuses et spongiaires épaisse d'environ 1 m.

**c) Le seul élément de datation de l'unité D** (ensemble récifal supérieur) est la présence près de Druyes-les-Belles-Fontaines dans les faciès de transition (sous-unité D3) de quelques exemplaires d'*Epipeltoceras berrense* (Fav.) caractéristique de l'Oxfordien supérieur, zone à *Bimammatum*, sommet de la sous-zone à *Hypselum*.

Ces *Epipeltoceras berrense* sont cités dans les "Marnes de Frangey, intercalées dans les "Calcaires de Vermenton".

L'ensemble récifal supérieur serait donc équivalent de la majeure partie, si ce n'est de la totalité, des "Calcaires de Vermenton" (y compris les "Marnes de Moutot et Frangey" intercalées dans les calcaires).

**d)** Aucun élément de datation n'a été rencontré dans les faciès terminaux d'émersion. Ils sont recouverts soit par le sommet des "Calcaires de Cravant", soit par la base des "Calcaires de Bazarnes", datés de l'Oxfordien supérieur, zone et sous-zone à *Bimammatum*. Ces faciès terminaux d'émersion pourraient donc avoir comme équivalents latéraux le sommet des "Calcaires de Vermenton", les "Calcaires de Cravant" et peut-être la base des "Calcaires de Bazarnes".



REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CHAFFAUT P., CULA P., JACQUIN T., JOHNSON A., LAURENT P., MALLEGOL P., MARQUET J.B., PERRIN P., ROSSE P. VADOT J.P. et AGUIDI A. (1982) - Les dispositifs biosédimentaires de la "Dalle Nacrée" s.l. à Ladoix-Serrigny et Talant (Côte-d'Or). Rapport de stage de D.E.A., 199 p., inédit, Univ. de Bourgogne, Dijon.
- CHARTON S., DELENIN P., DIKOUMA M., DOYEN M., ESSAMOUD R., LEMBLE R., MAHDOUDI M.L. et REY S. (1985) - Oolites, Madréporaires et structures sédimentaires de la Combe à la Serpent Nord (Bathonien supérieur-Callovien à l'Ouest de Dijon). Rapport de stage de D.E.A., 141 p., inédit, Univ. de Bourgogne, Dijon.
- DELANCE J.H. et MENOT J.C. (1968) - Observations sur l'écologie des brachiopodes dans le complexe récifal de la vallée de l'Yonne. *Bull. Soc. géol. France*, 7<sup>o</sup> sér., t. X, p. 336-340.
- DELFAUD J. (1970) - Résumé d'une recherche sur la dynamique du domaine aquitano-pyrénéen durant le Jurassique et le Crétacé inférieur. *Soc. linnéenne Bordeaux*, vol. spéc..
- DUMANOIS Y. (1982) - Les huîtres des marnes à *Ostrea acuminata* et leur signification (Bajocien supérieur de Bourgogne, France). Autécologie, synécologie, environnements biosédimentaires. *Thèse de 3ème cycle*, Institut des Sciences de la Terre, Université de Dijon, 154 p..
- ESTEBAN M. et KLAPPA C.F. (1983) - Subaerial exposure environment. *In* : Carbonate depositional environments. Scholle P.A., Debout D.G., Moore C.H. Ed., *A.A.P.G. Mem.*, vol. 33, p. 1-54, Tulsa.
- FLOQUET M. et MENOT J.C. (1984) - Comblements successifs d'une plate-forme superficielle par des sables oolitiques et bioclastiques. Exemple dans le Jurassique moyen de Côte-d'Or (Bourgogne, France). Résumé, p. 175-176, *5ème Congr. Eur. Sédim.*, Marseille.
- FLOQUET M., MENOT J.C. et PASCAL A. (1988) - Séquences d'accumulations biosédimentaires contrôlées par les variations d'épaisseur de la tranche d'eau : exemple d'âge Bathonien supérieur-Callovien en Bourgogne. Résumé, p. 38-39. *Réunion spécialisée Assoc. Paléont. Fr., Assoc. Sédim. Fr., Soc. Géol. Fr., Biosédimentologie*, Marseille.
- FLOQUET M., MENOT J.C. et PASCAL A. (1988) - Stratigraphie séquentielle, discontinuités biosédimentaires et eustatisme au Mésozoïque en Bourgogne. Livret-guide d'excursion. Centre des Sciences de la Terre, Univ. de Bourgogne - SNEA(P), 26-28 sept. 1988, 45 p., inédit, Dijon.
- FLOQUET M., MENOT J.C. et PASCAL A. (1989) - Enregistrement de l'eustatisme par les systèmes sédimentaires bathono-callovo-oxfordiens de Bourgogne. *Book of abstracts, 2ème Congrès Français Sédim. Mesozoïc Eustacy Record on Western Tethian Margins*, Lyon 23-24 Nov. 1989, Pub. A.S.F., p. 35-37, Lyon.
- FOUCAULT A. et RAOULT J.F. (1984) - *Dictionnaire de Géologie*. 2ème édition. Masson Ed., 347 p., Paris.

- GARCIA J.P. (1988) - Dynamique des communautés benthiques à brachiopodes et variabilité morphologique le long des séquences sédimentaires (Bathonien supérieur-Callovien inférieur) ; région de Buffon, Côte-d'Or. Rapport de stage de D.E.A., 29 p., inédit, Univ. de Bourgogne, Dijon.
- GARCIA J.P., COURVILLE P., LAURIN B. et THIERRY J. (1989) - Dégradation différentielle et encroûtement de constructions à madréporaires dans le Callovien inférieur (Jurassique moyen) d'Etrochey (Côte-d'Or). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (8), n° 5, p. 1217-1225, Paris.
- GARCIA J.P. et LAURIN B. (1989) - Communautés à brachiopodes et discontinuités dans le Jurassique moyen de la plate-forme bourguignonne. Livre des Résumés Colloque "Eustacy record on Mesozoic Western Tethysian Margins", Lyon, A.S.F. Ed., p. 38-39.
- INGARGIOLA J.F. (1981) - Les séries sédimentaires d'âge Bajocien supérieur-Bathonien inférieur et leur organisation dans le Seuil de Bourgogne et ses abords. Stratigraphie, sédimentologie, géochimie. *Thèse de 3ème cycle*, Institut des Sciences de la Terre, Université de Dijon, 158 p..
- HAQ B.U., HARDENBOL J. et VAIL P.R. (1987) - Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235, p. 1156-1167, Washington.
- JAVAUX C. (1988) - Cycles sédimentaires et variations du niveau marin dans les calcaires du Bathonien terminal-Callovien de la région de Buffon (Côte-d'Or). Rapport de stage de D.E.A., 30 p., inédit, Univ. de Bourgogne, Dijon.
- JAVAUX C. (1991) - La plate-forme parisienne et bourguignonne au Bathonien terminal et au Callovien (France). Dynamique sédimentaire, séquentielle et diagénétique. Place et création des réservoirs potentiels. Thèse de Doctorat, Univ. de Bourgogne, Dijon (à paraître).
- LAMBERT J. (1884) - Etude sur le terrain jurassique moyen du département de l'Yonne. *Bull. Soc. Sc. Hist. et Nat. Yonne*, t. 38, p. 14-175
- LANTEAUME M., BEAUDOIN B. et CAMPREDON R. (1967) - Figures sédimentaires du flysch "Grès d'Annot" du synclinal de Peira Cava. *Centre Nat. Rech. Sc. Paris*, 97 p..
- LAURIN B., GARCIA J.P., MARCHAND D. et THIERRY J. (1990) - Hiérarchisation et datation des discontinuités sédimentaires : démarches et limites dans le Jurassique moyen de la plate-forme bourguignonne. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (8), t. VI, n° 6, p. 975-983, Paris.
- LAVILLE P., CUSSEY R., DURAND J. et FLOQUET M. (1989) - Faciès, structure et dynamique de mise en place de dunes oo-bioclastiques calcaires au Callovien inférieur de Bourgogne. *Bull. Centres Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*, vol. 13, n° 2, p. 379-393, Boussens.
- LEMOIGNE Y. et THIERRY J. (1968) - La paléoflore du Jurassique moyen de Bourgogne. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), 10, p. 323-33, Paris.
- LOMBARD A. (1972) - Séries sédimentaires. Genèse - Evolution. Masson et Cie, Ed., 425 p., Paris.

- MARCHAND D., MENOT J.C., PERRIN P. (1982) Sur la présence du genre *Larcheria* Tintant dans la zone à *Bifurcatus* (sous-zone à *Stenocycloïdes*) de Bourgogne. *Bull. Sci. Bourg.*, t. 35, fasc. 2, p. 101-113.
- MEGNIEN Cl., MEGNIEN F. et TURLAND M. (1970) - Le récif oxfordien de l'Yonne et son environnement sur la feuille de Vermenton (1/50.000). *Bull. B.R.G.M.*, 2° sér., n° 3, p. 83-115.
- MENOT J.C. (1967) - La formation de base du complexe récifal supérieur de la vallée de l'Yonne. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 13-14.
- MENOT J.C. et RAT P. (1967) - Sur la structure du complexe récifal jurassique supérieur de la vallée de l'Yonne. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 264, sér. D, p. 2620-2623.
- MENOT J.C. (1986) - Les récifs de la vallée de l'Yonne. *In* : Guides géologiques Régionaux, Bourgogne - Morvan, Masson et Cie, 2ème édition, p. 106-112.
- MENOT J.C. (1974) - Sur l'organisation du système récifal inférieur oxfordien aux confins de l'Yonne et de la Nièvre. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 278, sér. D, p. 1459-1462.
- MENOT J.C. (1980) - Développement des formations récifales. *In* : Synthèse géologique du Bassin de Paris. *Mém. B.R.G.M.*, N° 101, vol. 1, p. 245-251.
- MOISSENET D. (1972) - Calcaires et marnes du Bathonien à l'Ouest de Beaune (Côte d'Or). Stratigraphie-sédimentologie. *Thèse de 3ème cycle*, Institut des Sciences de la Terre, Université de Dijon, 94 p..
- MOJON P.O. (1989) - Charophytes et ostracodes laguno-lacustres du Jurassique de la Bourgogne (Bathonien) et du Jura septentrional franco-suisse (Oxfordien). Remarques sur les discontinuités émerives du Kimméridgien du Jura. *Revue de Paléobiologie*, vol. spec. n°3, p. 1-18, Genève.
- MORESTIN B. (1982) - Les dispositifs biosédimentaires au Callovien, dans la région d'Etrochey (Châtillon-sur-Seine, Côte-d'Or). Rapport de D.E.A., 52 p., inédit, Univ. de Bourgogne, Dijon.
- PERRODON A. (1982) - Réflexions sur la notion de système sédimentaire. Approche géodynamique. *Mém. géol. Univ. Dijon*, vol. 7, p. 481-489.
- PLUCHERY E. (1990) - Cycles sédimentaires dans le Bathonien de la région de Santenay (21). Le passage plate-forme proximale - plate-forme distale. Rapport de Maîtrise, 29 p., inédit, Centre des Sciences de la Terre, Université de Bourgogne, Dijon.
- POSAMENTIER H.W., JERVEY M.T. et VAIL P.R. ( 1988) - Eustatic controls on clastic deposition I - Conceptual framework. *In* : Sea-Level Changes - An integrated approach, *SEPM Special Publication*, n°42, p. 109-124.
- PURSER B.H. (1972) - Subdivision et interprétation des séquences carbonatées. *Mém. B.R.G.M.*, 77, p. 679-698.
- PURSER B.H. (1975) - Sédimentation et diagenèse précoce des séries carbonatées du Jurassique moyen de Bourgogne. Thèse Doct. d'Etat, 384 p., inédit, Univ. de Paris Sud, Orsay.

- PURSER B.H. (1980 - 1983) - Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents. Tomes 1 et 2. Technip. Ed., Paris.
- PURSER B.H. (1989) - Plates-formes carbonatées - Exemple du Jurassique moyen du Bassin de Paris. *In* : Dynamique et méthodes d'étude des bassins sédimentaires. Technip. Ed., p. 145-164.
- PURSER B.H. et LOBREAU J.P. (1972) - Structures sédimentaires et diagénétiques précoces dans les calcaires bathoniens de la Bourgogne. *Bull. B.R.G.M.*, IV, 2, p. 19-47.
- RAT P., FLOQUET M., MENOT J.C., PASCAL A. (1985) - La sédimentation carbonatée néritique dans la genèse et l'aménagement de la morphologie sous-marine. *Mém. Com. Trav. Hist. et Scient., Bull. Sect. Sciences*, t. IX - Géologie, p. 93-114, 14 fig., Paris.
- SHINN E.A. (1983) - Tidal Flat. *In* : Carbonate depositional environments. Scholle P.A., Debout D.G., Moore C.H. Ed., *A.A.P.G. Mem.*, vol. 33, p. 171-210, Tulsa.
- THIERRY J. (1985) - *Coniporella micromera*, algue Dasycladale des calcaires calloviens d'Etrochey (Côte-d'Or) et son environnement biosédimentaire. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, Paris, (4), 7, C, 2, p. 115-129.
- VAIL P.R., COLIN J.P., DU CHENE R., KUCHLY Y. et MEDIAVILLA F. (1987) - La stratigraphie séquentielle et son application aux méthodes chronostratigraphiques dans le Jurassique du Bassin de Paris. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), III, n°7, p. 1301-1321, Paris.
- VAN WAGONER J.C., POSAMENTIER H.W., MITCHUM R.M., VAIL P.R., SARG J.F., LOUTIT T.S. et HARDENBOL J. (1988) - An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. *In* : Sea-level Changes - An Integrated Approach, *SEPM Special Publication* n° 42, p. 39-45.
- ZIEGLER P. A. (1988) - Evolution of the Arctic-North Atlantic and the Western Tethys. *A.A.P.G. Memoir*, 43, 198 p., Tulsa.



## LISTE DES PUBLICATIONS

---

Les publications de l'A.S.F. actuellement disponibles sont les suivantes :

- n° 0 - La sédimentation du Jurassique. Paris, 1979.
- n° 1 - 1er Congrès Français de Sédimentologie.  
19-20 novembre 1987. - Livre des résumés.
- n° 2 - L'éventail sous-marin de Ceüse (S.E. France) à l'Apto-Albien.  
5-6 octobre 1987. - Livret-guide de l'excursion.
- n° 3 - Sédimentation molassique et paléopédogénèse en Languedoc.  
16-18 septembre 1987. - Livret-guide de l'excursion.
- n° 4 - Passages carbonates - silicates.  
15-16 juin 1987. - Livre des résumés.
- n° 5 - Paléobathymétrie, eustatisme et séquences de dépôts.  
3-4 juin 1988. - Livre des résumés.
- n° 6 - Le Trias détritique de Provence du Dôme de Barrot et du Mercantour. Exemples de  
sédimentation continentale en contexte anorogénique.  
15-17 juin 1988. - Livret-guide de l'excursion.
- n° 7 - Biosédimentologie. Réunion Spécialisée APF-ASF-SGF.  
10-11 octobre 1988. - Livre des résumés.
- n° 10 - Livre des résumés du 2ème Congrès Français de Sédimentologie. Paris, 1989.
- n° 11 - Mesozoic eustacy record on Western Tethyan margins.  
Book of Abstracts of 2ème Congrès Français de Sédimentologie. Lyon, 1989.
- n° 12 - Mesozoic eustacy record on Western Tethyan margins.  
Book of abstracts of 2ème Congrès Français de Sédimentologie. Excursion, 1989.
- n° 13 - Diapirisme sur une marge en distension puis en décrochement. Exemple des  
Pyrénées occidentales françaises.  
27-28-29 avril 1991. - Livret-guide de l'excursion et Table Ronde.
- n° 14 - Sédimentation, diagenèse et séquences de dépôt dans les séries carbonatées de  
plateforme d'âge Bathonien à Oxfodien en Bourgogne.  
27-28-29 juin 1991, Livret-guide de l'excursion.

Pour tout renseignement complémentaire, s'adresser à :

**l'Association des Sédimentologistes Français**  
**Maison de la Géologie, 77 rue Claude Bernard, 75005 Paris**

Ce document a été imprimé par  
PHOTOLABO HASSLER  
4 rue Dancourt, 77300 Fontainebleau

Dépôt légal : 4ème trimestre 1991



Livret guide

SEDIMENTATION, DIAGENESE  
ET SEQUENCES DE DEPOT  
DANS LES SERIES CARBONATEES  
DE PLATE-FORME  
D'AGE BATHONIEN A OXFORDIEN  
EN BOURGOGNE

ISSN 0990-3925  
ISBN 2-907205-13-7